

**DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA DISPOSITIVOS  
ANDROID PARA UN SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA DE LOS ARROYOS  
DE LA CIUDAD DE BARRANQUILLA**

**ANUAR DE JESÚS RAAD LICONA  
DEIMER LLOSEPH VILLA PEDRAZA**



**UNIVERSIDAD DE LA COSTA CUC  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS  
BARRANQUILLA  
2014**

**DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA DISPOSITIVOS  
ANDROID PARA UN SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA DE LOS ARROYOS  
DE LA CIUDAD DE BARRANQUILLA**

**ANUAR DE JESÚS RAAD LICONA  
DEIMER LLOSEPH VILLA PEDRAZA**

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar el título de:

**INGENIERO DE SISTEMAS**

Director: Ing. Roberto Morales Ortega

**UNIVERSIDAD DE LA COSTA CUC  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS  
BARRANQUILLA  
2014**



Barranquilla 18 Diciembre de 2014

**Señores:** Corporación Universidad de la Costa (CUC)

**Atención:** Departamento Admisiones y Registros y Biblioteca

**Asunto:** Recepción de proyecto de grado

El día 18 Diciembre de 2014, el estudiante **Anuar de Jesus Raad Licon, Dimer Lloseth Villa Pedraza**, hicieron la entrega de los documentos y monografía de proyectos de grado junto con los anexos respectivos al programa de ingeniería de sistemas. A continuación se relaciona la información del proyecto de grado:

**Título del proyecto:** Diseño y Desarrollo de una Aplicación Móvil para Dispositivos Android para un Sistema de Alerta Temprana de los Arroyos de la Ciudad de Barranquilla

**Calificación:** 4.5

**Decisión del jurado evaluador:** Aprobado

**Tutor:** Roberto Morales Ortega

**Cotutor:** Alexis de la Hoz Manotas

El jurado calificó el proyecto presentado como un proyecto destacable dado los objetivos alcanzados con el desarrollo del trabajo de grado. Esta calificación incluye el desempeño durante todo el proyecto y la sustentación final asignada por los jurados que por su director de proyecto de grado lo que incluye:

Atentamente

*Paola Ariza Colpas*

Ing. Paola Patricia Ariza Colpas

Director de Programa

Ingeniería de Sistemas

## NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

---

---

**JURADO 1**

---

---

---

---

**JURADO 2**

Barranquilla, 18 de diciembre de 2014

## **DEDICATORIA**

A mis padres por todo su apoyo incondicional a lo largo de toda mi vida y mis años de formación académica ya que ellos han sido mi mayor motivación para salir adelante y dar todo de mí como persona y a nivel profesional

.

**Anuar Raad**

A Dios todopoderoso, ya que es Él, quien hace todo posible y a mis padres, que con su esfuerzo, apoyo y paciencia han sembrado en mí el valor de la dedicación y la disciplina para siempre salir adelante y el siempre soñar con un futuro mejor.

**Deimer Villa**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos este trabajo que hemos realizado con todo el esfuerzo y dedicación en primer lugar a Dios, ya que por Él nos encontramos llenos de vida y conocimiento y sabiduría para la elaboración de este trabajo. También a nuestros familiares, docentes y amigos que siempre estuvieron allí para darnos todo su apoyo incondicional en la medida de sus capacidades.

A Roberto Morales en su posición de asesor de nuestra tesis, que siempre estuvo presente con su apoyo y prestándonos orientación en el desarrollo del proyecto, así como el incentivarnos a la investigación a lo largo del desarrollo del mismo para su culminación.

## RESUMEN

El desarrollo del proyecto presenta la elaboración de una aplicación móvil para el sistema operativo Android utilizando la tecnología del Api de Google Maps, bajo el concepto del patrón de diseño de arquitectura de software MVC (Modelo – Vista - Controlador) y estructurada con la metodología de programación en cascada, la cual se soporta en fases de desarrollo como la definición de los requisitos, el diseño del software, implementación y pruebas unitarias, integración y pruebas del sistema y operación y mantenimiento.

Esta aplicación tiene como objetivo presentar de manera gráfica a los ciudadanos que la instalen en sus dispositivos móviles las rutas de ciertos arroyos presentes en la ciudad de Barranquilla, así como también el envío de alertas preventivas hacia los dispositivos, acerca de situaciones de alto riesgo que se puedan presentar por el alto caudal de los arroyos. Como resultados del proyecto, se encuentran la realización de una aplicación que busca generar por medio del suministro de información hacia los usuarios, prevención con respecto a los arroyos que se generan en distintos puntos de la ciudad y los conocimientos tanto técnicos, teóricos y hasta históricos que fueron adquiridos durante su desarrollo, que brindan a tomar una reflexión, de que tan compleja es la problemática que aqueja a la ciudad desde sus inicios.

**Palabras claves:** Arroyos, Barranquilla, Prevención, Android, Aplicación móvil, Sistema de Alerta Temprana.

## ABSTRACT

The Project development presents the creation of a mobile application for Android OS using the technology of Google Maps Api, under the concept of MVC design pattern (Model – View - Controller) and programming methodology cascade, which it is supported on development phases like requirements definition, software design, implementation and unit testing, system integration testing and operation and maintenance.

The goal of this application is present graphically to the citizens who install the application on their mobile devices, the routes of certain streams which are present in the city of Barranquilla as well as sending preventive alerts to the devices, about situations of high-risk that may occur by high stream flow. The results of the project are the realization of an application that look for generating through giving of information to users, prevention with respect to streams that are generated in different parts of the city and the knowledge technical, theoretical and even historical that were acquired during development, that give you an idea to reflection about how complex is the problem that the city has been suffering from its beginnings.

**Keywords:** Streams, Barranquilla, Prevention, Android, Mobile Application, Early Warning System.



## CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN .....	14
1. DESCRIPCIÓN DE LA COMPOSICIÓN DEL PROYECTO .....	15
1.1 PARTICIPANTES DEL PROYECTO .....	15
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	17
2.1 INTRODUCCIÓN .....	17
2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	17
2.2.1 Área Temática .....	17
2.2.2 Formulación del Problema .....	17
2.2.3 Identificación y Delimitación del Problema.....	23
2.3 FINES DEL PROYECTO .....	24
2.3.1 Justificación .....	24
2.4 OBJETIVOS .....	25
2.4.1 Objetivo general.....	25
2.4.2 Objetivos específicos .....	25
2.5 METODOLOGÍA USADA .....	25
2.5.1 Fases del proyecto.....	25
2.5.2 Cronograma de actividades .....	29
2.6 ESTADO DEL ARTE .....	31
2.7 PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	32
3. ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS.....	34
3.1 INTRODUCCIÓN .....	34
3.2 ALCANCE Y PROPÓSITO.....	34
3.3 ÁMBITO.....	35
3.4 DEFINICIONES, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS .....	35

3.5 DESCRIPCIÓN GENERAL .....	36
3.5.1 Perspectiva del Producto .....	36
3.5.2 Funciones del Producto .....	36
3.5.3 Características del usuario .....	37
3.5.4 Restricciones generales.....	38
3.6 ESPECIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS.....	39
3.6.1 Requerimientos Funcionales .....	39
3.6.2 Requisitos no funcionales .....	42
4. DISEÑO .....	43
4.1 INTRODUCCIÓN .....	43
4.2 DIAGRAMA DE CLASES .....	43
4.2.1 Diccionario de entidades.....	44
4.3 CASOS DE USO .....	45
4.3.1 Resumen actores.....	45
4.3.2 Casos de uso funciones en el mapa .....	46
4.3.3 Caso de uso notificaciones cambios en los sensores.....	47
5. ARQUITECTURA.....	49
5.1 INTRODUCCIÓN .....	49
5.2 ARQUITECTURA DEL SISTEMA .....	49
5.3 DIAGRAMA DE INTERFAZ.....	50
5.3.1 Interfaz de bienvenida a la aplicación .....	51
5.3.2 Interfaz de menú principal de la aplicación .....	51
5.3.3 Carga inicial de información para el mapa .....	52
5.3.4 Interfaz de opción de ver mapa .....	52
5.3.4 Interfaz de convenciones del mapa .....	53
5.3.5 Opción de filtrar un arroyo .....	53
5.3.6 Cálculo de ruta para evitar arroyo.....	54
5.3.7 Actualización manual de la información.....	55
5.3.8 Ayuda de la aplicación.....	55
5.3.9 Créditos .....	56

5.4 DIAGRAMA DE PROCESO DE RECEPCIÓN DE NOTIFICACIONES .....	56
6. IMPLEMENTACIÓN.....	58
6.1 INTRODUCCIÓN .....	58
6.2 CONCEPTOS UTILIZADOS.....	58
6.2.1 Modelo Vista Controlador .....	58
6.2.2 Servicios y Apis de Google .....	60
6.2.3 Diseño y personalización de interfaces de usuario .....	69
7. PRUEBAS.....	71
7.1 INTRODUCCIÓN .....	71
7.2 VALIDACIONES.....	71
7.2.1 Validaciones de la información en la Base de datos.....	71
7.2.2 Validación de presentación en diferentes versiones Android.....	71
7.3 PRUEBAS .....	81
7.4 CONCURRENCIA DE LA INFORMACIÓN .....	82
8. CONCLUSIONES .....	83
BIBLIOGRAFÍA.....	84

## LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1 Cronograma de actividades .....	31
Tabla 2 Requerimiento Instalación de la aplicación .....	39
Tabla 3 Requerimiento Visualizar arroyos .....	40
Tabla 4 Filtrado de arroyos .....	40
Tabla 5 Notificaciones de actualización de información de cambios en el caudal de los arroyos .....	41
Tabla 6 Mostrar ruta para evitar peligrosidad de un arroyo .....	42
Tabla 7 Diccionario de entidades clase Arroyo .....	44
Tabla 8 Diccionario de entidades clase Sección .....	44
Tabla 9 Diccionario de entidades clase Sensor .....	44
Tabla 10 Diccionario de entidades clase Punto .....	44
Tabla 11 Diccionario de entidades clase Desarrollador .....	44
Tabla 12 Actor de los casos de uso .....	46
Tabla 13 Descripción Caso de uso funciones en el mapa .....	47
Tabla 14 Descripción Caso de uso Notificaciones cambios en los sensores .....	48
Tabla 15 Caso de prueba No 1 .....	81
Tabla 16 Caso de prueba No 2 .....	81
Tabla 17 Caso de prueba No 3 .....	82
Tabla 18 Caso de prueba No 4 .....	82

## LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1 Proceso de metodología en cascada .....	26
Gráfico 2 Diagrama de clases.....	43
Gráfico 3 Caso de uso funciones en el mapa .....	46
Gráfico 4 Caso de uso notificaciones cambios en los sensores .....	47
Gráfico 5 Arquitectura del Sistema .....	50
Gráfico 6 Pantalla de Bienvenida.....	51
Gráfico 7 Menú principal de la aplicación .....	51
Gráfico 8 Carga inicial de información para el mapa .....	52
Gráfico 9 Pantalla de ver mapa.....	52
Gráfico 10 Pantalla de convenciones del mapa .....	53
Gráfico 11 Opción de filtrar un arroyo .....	53
Gráfico 12 Arroyo filtrado por el usuario .....	54
Gráfico 13 Trazado de ruta para evitar arroyo .....	54
Gráfico 14 Actualización manual de la información .....	55
Gráfico 15 Ayuda de la aplicación.....	55
Gráfico 16 Créditos .....	56
Gráfico 17 Proceso para recepción de notificaciones .....	57
Gráfico 18 Modelo Vista Controlador .....	59
Gráfico 19 Esquema Modelo Vista Controlador .....	59
Gráfico 20 Arquitectura básica de Google Cloud Messaging.....	61
Gráfico 21 Crear nuevo proyecto consola de desarrolladores de Google.....	62
Gráfico 22 Ingreso de nombre e identificador del proyecto.....	62
Gráfico 23 Creación del proyecto.....	63
Gráfico 24 Tablero de control del proyecto .....	63
Gráfico 25 Activación del servicio de Google Cloud Messaging .....	64
Gráfico 26 Apis activas para el proyecto en Google Console .....	64
Gráfico 27 Acceso a creación de llave de acceso público para Google maps api .....	65
Gráfico 28 Selección de llave pública a generar .....	66
Gráfico 29 Obtención de código SHA1 en Eclipse .....	66
Gráfico 30 Configuración para la creación de la Android key .....	67
Gráfico 31 Clave de acceso a la api de Google maps para Android .....	67

Gráfico 32 Clave en archivo AndroidManifest.xml .....	68
Gráfico 33 Permisos adicionales requeridos por Api de Google maps .....	68
Gráfico 34 Adición Google Play Services al proyecto .....	68
Gráfico 35 Librería de soporte versiones antiguas Android .....	69
Gráfico 36 Distribución versiones de Android .....	71
Gráfico 37 Android 2.3 - Menú de la aplicación .....	72
Gráfico 38 Android 2.3 - Pantalla de ver mapa .....	73
Gráfico 39 Android 2.3 - Pantalla de convenciones del mapa .....	73
Gráfico 40 Android 2.3 - Prueba de ruteo .....	74
Gráfico 41 Android 2.3 - Recepción de notificaciones .....	74
Gráfico 42 Android 2.3 - Versión Android del dispositivo .....	75
Gráfico 43 Android 4.1 - Menú de la aplicación .....	75
Gráfico 44 Android 4.1 - Pantalla de ver mapa .....	76
Gráfico 45 Android 4.1 - Pantalla de convenciones del mapa .....	76
Gráfico 46 Android 4.1 - Prueba de ruteo .....	77
Gráfico 47 Android 4.1 - Recepción de notificaciones .....	77
Gráfico 48 Android 4.1 - Versión android del dispositivo .....	78
Gráfico 49 Android 4.4 - Menú de la aplicación .....	78
Gráfico 50 Android 4.4 - Pantalla de ver mapa .....	79
Gráfico 51 Android 4.4 - Pantalla de convenciones del mapa .....	79
Gráfico 52 Android 4.4 - Prueba de ruteo .....	80
Gráfico 53 Android 4.4 - Versión android del dispositivo .....	80

## INTRODUCCIÓN

La ciudad de Barranquilla convive con una problemática que data de muchos años atrás, los arroyos, estas corrientes de agua que en época de invierno se convierten en ríos sin control que a lo largo de sus recorridos van llevando consigo todo lo que encuentran a su paso, generando congestión vehicular, parálisis de actividades en la ciudad y hasta accidentes que cobran vidas.

Con relación a esto, en el presente documento se da a conocer el trabajo llevado a cabo como proyecto de grado del programa de Ingeniería de Sistemas, el cual consiste en el diseño y desarrollo de una aplicación móvil para dispositivos Android como un sistema de alerta temprana de los arroyos de la ciudad de barranquilla por medio de la utilización de la Api de Google maps y diseñado bajo el enfoque de la metodología de programación en cascada ordenado en fases. Con la información suministrada a partir de esta aplicación, la cual se obtiene en tiempo real, se ha de proponer como mecanismo informativo a los usuarios que la instalen, acerca del estado de los arroyos que recorren la ciudad, todo con el fin de contribuir a la prevención y reducción de los efectos negativos y tragedias provocadas por las altas corrientes de los arroyos que fluyen por las calles de la ciudad.

## **1. DESCRIPCIÓN DE LA COMPOSICIÓN DEL PROYECTO**

En la primera parte del proyecto se encuentra enfocado en brindar una herramienta de información que permita dar a conocer una información clara y oportuna a la problemática de los arroyos en la ciudad de Barranquilla, buscando con ello evitar y reducir las pérdidas humanas y materiales que tanto aquejan a la comunidad.

La segunda parte se enfoca en todo lo relacionado al análisis de los objetivos a cumplir que conforman al proyecto, las funciones principales de la que la herramienta dispone, como también de las restricciones en general de esta, los requerimientos (funcionales y no funcionales) y alcance de la herramienta tanto de la solución como de la problemática.

En la tercera parte, usando como base los resultados del análisis anterior, se dan a conocer las funciones principales que la herramienta dispone, así como también de las funciones opcionales que se agregaron para ofrecer una mejor y más completa experiencia al usuario, todo esto representado por diagrama de casos de uso.

En la cuarta parte, se establece la estructura de desarrollo para la solución planteada, usando el modelo resultante de los análisis y las funciones que se desean implementar, y en el que también se toma en cuenta los conceptos tales como una estructura MVC para un mejor orden en las capas de código y presentación, las herramientas de google (Api de Google Maps y Push Notifications) que integradas permiten mejorar las funciones que se desean ofrecer.

### **1.1 PARTICIPANTES DEL PROYECTO**

Con el fin de llevar a cabo el presente proyecto se tienen los siguientes participantes:

- Ingenieros de Sistemas:  
Anuar de Jesús Raad Licon y Deimer Lloseth Villa Pedraza, autores del presente Trabajo.



- Usuario especialista que se integrarán al proyecto, en calidad de usuarios especialistas, los cuales son las siguientes personas:  
Roberto Morales Ortega – Ingeniero de sistemas, - Tutor de la tesis.

## **2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

### **2.1 INTRODUCCIÓN**

En el presente punto se muestra de manera general y específica el problema a tratar a lo largo del presente trabajo, para el cual en las siguientes secciones se ha de exponer las posibles soluciones que se pueden brindar a este. Todo esto luego de la realización de los procesos de análisis, diseño y presentación del prototipo de solución al problema.

Seguido a este punto se presentan los objetivos y la metodología a utilizar en el proyecto para llevar a cabo la consecución del prototipo de solución.

### **2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **2.2.1 Área Temática**

La investigación se ha enfocado hacia el desarrollo de una aplicación que se encuentran en la plataforma del sistema operativo móvil Android, ya que las aplicaciones móviles en la actualidad son una de las principales fuentes para brindar información a las personas del común en tiempo real sobre sucesos que se encuentren presentando en su ciudad o zona en donde estos habiten, y realizada para el sistema operativo móvil Android ya que es aquel con mayor participación en el mercado entre los usuarios de la tecnología celular.

#### **2.2.2 Formulación del Problema**

Los arroyos son ríos urbanos de gran turbulencia y con flujo constante de agua cuyo cauce que es menor al de un río, recorre las calles de la ciudad donde este fenómeno se manifiesta llevándose todo a su paso. Estos son causantes directos de muchos daños a infraestructura y bienes materiales, detención y hasta congestionamiento del tráfico vehicular imposibilitando durante horas el movimiento de este y en el peor de los casos, pérdida de vidas.

Todos los arroyos de la ciudad deben su origen mayormente a la falta de un alcantarillado con un sistema pluvial en condiciones de soportar toda la cantidad de agua que se gesta durante las grandes lluvias y también al gran crecimiento de

esta sin un orden adecuado ni tampoco una planeación ordenada que permita evitarlos en un futuro, de esta forma se han convertido en un problema recurrente año tras año (principalmente en agosto, septiembre y octubre) durante la temporada invernal.

Un arroyo es de carácter temporal, pues este es el resultado de las aguas lluvias que escurren por la superficie de los suelos y que, al no haber un sistema de drenaje lo suficientemente preparado para contener estas desmedidas cantidades de agua, estas fluyen directamente hasta el río Magdalena, usando las calles de la ciudad como conductos para dirigirse desde su nacimiento hasta su desembocadura. Las características de estos arroyos tales como la profundidad, la anchura o velocidad varían según su tramo y lugar de nacimiento.

El problema de los arroyos en la ciudad de Barranquilla vienen desde los inicios de esta misma, si bien estos tienen mayor incidencia en las temporadas invernales, ya se han convertido en algo usual y cotidiano para los ciudadanos, puesto que dar una solución definitiva y eficaz en la mayoría de los casos no es nada viable de asumir para la economía de la ciudad y mucho menos en el tema de la infraestructura.

Para entender a profundidad esta problemática, se debe primero conocer la historia de los arroyos en la ciudad, la cual data desde el año 1687, cuando aún no se había formado la faja de terreno conocida hoy como “Barranquillita”, la ciénaga fue parte de la ribera occidental del Río Magdalena; cuando los depósitos de aluvión al solidificarse formaron “La Loma”, no quedaron caños de comunicación con el río en frente de la ciudad; apenas había algunas vertientes o desagües naturales, formados por la presión de las aguas en las épocas de crecienta, cuyos nombres no ha conservado la tradición. Por consiguiente, la acción natural de las aguas, no interrumpida o trastornada por ninguna corriente transversal, tendía siempre a profundizar su cauce, ganando fuerzas en cada invierno, para volver a arrojar al río los objetos flotantes que éste introducía desde las cercanías de Ponedera. Las necesidades del tráfico hicieron sin duda que los pueblos de la ribera occidental, aprovechando esas mismas vertientes, establecieran una comunicación regular por el cañón de Arriba, el de los “Tramposos”, el de “Trupillos” y el que conducía a otros pueblos de la provincia (Malabet Castañeda, Domingo).

La ciénaga, que tenía su borde occidental en lo que hoy es la plaza de Bolívar y con anchura probable desde la carrera del Cuartel, hasta más allá de la plaza de la Tenería, recibía tributo del extinguido caño de Soledad y era una especie de

lago que tenía gran caudal de aguas profundas, había sido primero parte del mar y antes de la formación del terreno conocido hoy como La Loma, era parte del Río Magdalena. Cuando La Loma, completó su formación, quedó siendo un brazo del río que recibía sus aguas en cercanías de Ponedera para arrojarlo otra vez al río por el caño de la tablaza (Malabet Castañeda, Domingo). Las tierras altas del occidente, y parte de las del suroeste vertían sus aguas a la ciénaga, a través de un gran arroyo que bajaba por el callejón de Progreso, cruzando por la Calle Ancha (llamada así por el arroyo que se formaba en su centro) hasta la laguna. La existencia de la ciénaga, explica la forma irregular de los callejones formados en la banda oriental de la Calle del Comercio y la banda occidental de la Calle Real.

La desviación del río en el curso de muchos años fue impulsada en épocas de sequía por las enormes cantidades de arena, de escombros y de basuras que ha venido arrastrando las aguas pluviales en su atropellado descenso por el plano inclinado de la población. Si bien en la época colonial la comunicación entre las diferentes poblaciones no era problema, por el buen estado en que ordinariamente se encontraban los caminos, y por la poca distancia, que separaba cada población, las inundaciones y la formación de grandes arroyos ya impedían la movilidad de las personas. El camino de Sabanilla a Soledad y Sabanalarga es provincial por su naturaleza. Los nueve arroyos que lo cruzan permanecen sin agua en el verano; pero en el invierno suelen crecer algunas veces, hasta el punto de impedirse el paso en algunos de ellos. Este obstáculo con frecuencia desaparece al cabo de una hora y no faltan ocasiones en que han llegado a durar hasta por seis horas en los arroyos de más consideración. En el que existe entre esta ciudad y Sabanilla hay un puente, el cual necesita de baranda. Los demás no tienen puentes y es necesario que se destine una suma para construirlos, pues es conveniente que en todo tiempo pueda transitarse, mucho más cuando por el expresado camino pasan diariamente más de cien personas (Malabet Castañeda, Domingo). No existe información sobre los efectos de los arroyos en el periodo republicano, pero de acuerdo con la hipótesis que promueve el núcleo original de Barranquilla, entre el Paseo Bolívar y la Calle del Comercio, los primeros habitantes de este sector, tuvieron muy seguramente que enfrentar las corrientes de los arroyos “Hospital”, “La Paz”, “Bolívar”, entre otros.

Probablemente en sus inicios, cuando las calles y avenidas no habían entrado en proceso de pavimentación, la problemática de los arroyos, no constituía un problema grave, puesto que en su recorrido, las aguas pluviales escurrían sobre el terreno natural, siendo desgastados por un proceso de infiltración que repercutía en la disminución de su caudal y turbulencia. A comienzos del siglo XX, cuando comenzaba la expansión urbana, aparecieron las primeras quejas de los

pobladores con dificultades para trasladarse de un lugar a otro, la ciudad estaba plagada de nubes de arena y polvo en un tiempo de cuatro a seis meses de la estación seca, y con lodo y verdaderos ríos de agua en las calles durante el periodo de lluvias. Aún en 1916, se escuchaban voces de protesta, un periódico de la ciudad manifestaba que los andenes eran tan bajos, que las corrientes de agua producida por los aguaceros se introducían en las casas, almacenes, edificios y hoteles. Tal fue el caso del Hotel Colombia que tuvo que ser reparado en muchas ocasiones por quedar averiado como consecuencia de las continuas lluvias que azotaba al país (Casa Herbard, 1975). Buscando una solución al problema, el Concejo Municipal autorizó a la Junta de Fomento Municipal, encargada del embellecimiento de la ciudad para que contratara los servicios de una firma extranjera que estudiara la nivelación, desagües y pavimentación de las vías (Álvarez Llanos, Jaime, 2000).

Hacia el año 1920, cuando la ciudad contaba con 74.358 habitantes y una área urbanizada de 300 hectáreas, la Casa R.W. Herbard & Company Inc. de Nueva York, presentó al Concejo Municipal una propuesta de pavimentación y un programa de alcantarillado pluvial valorado en \$258.316 (González Chamorro, Ever, 2000).

La propuesta del alcantarillado pluvial, no se desarrolló porque el municipio atravesaba por una difícil situación económica. Años más tarde, comenzó el proceso de pavimentación, se incrementó la construcción de viviendas, se fue impermeabilizando la superficie con pavimento rígido y lo más grave, no se conservaron los cauces naturales de los arroyos.

En 1957, cuando la apropiación del espacio público ya era un problema difícil para la ciudad, la Compañía Town Planning Collaborative, establece el Primer Plan Regulador de la ciudad, con base en la Ley 88 de 1947 (Salcedo Castañeda, Lola). En dicho plan recomienda la canalización de algunos arroyos. El proyecto pretendía "reordenar el espacio físico y evitar en los sucesivos el caos urbano. Como todo proyecto, estaba sujeto a los intereses políticos del momento, y encontró poca receptividad. Aunque se aminoró el desorden, el programa no solucionó en toda su dimensión el problema". El proyecto no se concretó por los costos de las soluciones propuestas. A partir de aquí, ha sido esta la razón, para rechazar o posponer todas las soluciones integrales o puntuales que en materia de arroyo se presentaron.

En los años siguientes se realizaron varios estudios pero como siempre la carencia de recursos económicos no permitió ejecutarlos, a finales de la década

del 50 y principios del 60, estudios e informes realizados por Greeley and Hansen de Chicago, consultores de las Empresas Públicas Municipales, se limitaron a solucionar el sistema de Acueducto y Alcantarillado Sanitario. Ante la imposibilidad de darle paso a soluciones integrales, comenzaron a ejecutarse trabajos puntuales, en los arroyos más peligrosos. En septiembre de 1962, se inaugura la primera etapa de canalización del arroyo “Rebolo”.

Luego las Empresas Públicas Municipales proponen en la década de los 60 y 70 algunos estudios para solucionar la problemática del arroyo “Felicidad”. En 1964, La AID, Agencia Internacional de Desarrollo, anuncia que financiará un estudio para el alcantarillado pluvial (Diario del Caribe, 1962). El proceso de desarrollo continuó y las urbanizaciones e invasiones crecieron aceleradamente. Se incrementó la impermeabilización y se disminuyó la absorción de la superficie con la construcción de viviendas y vías en concreto, se modificaron aún más los cauces naturales y se estableció un sistema de drenaje superficial por las calles de la ciudad.

En 1975, se presentó un estudio técnico-económico por parte de la firma Senior & Viana y Paternostro y Medina "CONASTEC", con un costo estimado en \$1.789.692.000, para solucionar la problemática de los arroyos de Felicidad, La Paz, Bolívar y Hospital. De nuevo el proyecto fue rechazado por el elevado costo. En este mismo año, el Ministerio de Obras Públicas, acomete la canalización del Arroyo Rebolo y el Country. Posteriormente se proponen varios estudios de factibilidad realizados por las Empresas Públicas Municipales y el Ministerio de Obras públicas para un sistema de alcantarillado pluvial basado en el enterramiento de grandes tubos de 4 a 5 metros de diámetro. Este proyecto se consideró irrealizable por los costos producidos por las tuberías, las excavaciones, rompimiento de concreto de las calles, relocalización de redes subterráneas de teléfono, gas, acueducto, alcantarillado. En 1982, los Ingenieros Arzuza, proponen cubrir en forma completa con canales invertidos de concreto estructural prefabricado, las calles y avenidas que sean cauces. La nueva cubierta sería la plataforma para el tráfico vehicular y simultáneamente la tapa de un canal cerrado para aguas lluvias, que se conecta con los demás canales cerrados de la ciudad (Fonade Hidroestudios S.A.).

El Ingeniero H. Heilbron presentó a la ciudad una solución que consiste en la captación de las aguas de escorrentía que bajan por los arroyos por medio de un túnel principal y dos auxiliares, evitando que las aguas ingresen al Distrito central de la ciudad (Fonade Hidroestudios S.A.). En 1987, se realizó el Estudio de Drenaje Urbano para Barranquilla, a cargo de la Agencia de Cooperación

Internacional de la Misión Japonesa, JICA. "Durante varios meses estuvo en Barranquilla un grupo de profesionales y técnicos japoneses que estudiaron la situación financiera, los servicios públicos y, especialmente, el tráfico de la ciudad (los arroyos de aguas lluvias impresionaron notablemente a la misión). Como resultado de su trabajo presentaron dos planes a consideración del municipio y su área metropolitana: un Plan Maestro de Transporte y un Estudio de Factibilidad para el Distrito de Barranquilla (Salcedo Castañeda, Lola). "El estudio de la Misión Japonesa fue uno de los más completos acerca de la problemática de los arroyos, y estableció que la solución integral y definitiva, no era otra, que la construcción de un alcantarillado pluvial. El resultado ya era conocido: la solución integral es costosísima. La solución planteada por la Misión, se basaba en adelantar la canalización de los arroyos que se desarrollan por las vías de la ciudad, en tanto que para los arroyos de la zona sur-occidental, el plan contempló otras medidas encaminadas a controlar las inundaciones.

La Misión Japonesa, hizo algunas recomendaciones tendientes a atenuar los efectos de los arroyos. Entre las recomendaciones, que por cierto, no han sido desarrolladas con suficiencia, están la de instalar cunetas a ambos lados de la vía, canalizar las vías colectoras principales (Box Culverts), combinación de los dos casos anteriores, e instalación de drenaje en futuros planes de mejoramiento. Se sugirió también establecer soluciones en las vías más importantes, en los sitios críticos de mayor afluencia de agua, de acuerdo con la movilidad de la población, en sentido este - oeste, o viceversa, dentro de estos "puntos críticos" estarían las carreras 21, 38, 46, 51B y 54; y las calles 47, 45, 17 y 84.

También se planteó la posibilidad de construir reservorios de agua, para disminuir los volúmenes de escorrentía y facilitar el tránsito de los vehículos y peatones. Los reservorios podrían construirse en lugares cercanos a parques, a fin de extraer esta agua mediante tuberías subterráneas para riego de los mismos.

En 1994, el Gobierno Municipal a través del alcalde Bernardo Hoyos, presentó una propuesta al gobierno canadiense con el objetivo de que este país realizara en Barranquilla el alcantarillado pluvial que se necesitaba, pero la propuesta fue rechazada (Revista Barranquilla Positiva, 1994).

Uno de las sugerencias más recientes, es el Estudio de Factibilidad y Diseño de Soluciones al Drenaje Pluvial de la ciudad de Barranquilla, presentada en marzo de 1997, por Fonade-Hidroestudios S.A y ConCEP Ltda. La propuesta se basa en medidas estructurales y medidas no estructurales con las cuales se busca prevenir el avance del problema en el futuro. La nueva propuesta se aleja de las anteriores

en el sentido que para la vertiente oriental, la solución busca solucionar las consecuencias de la carencia de alcantarillado pluvial, sin dar énfasis a la construcción, parcial o total de un sistema convencional, atacando la principal consecuencia cual es la parálisis que se genera en la ciudad.

Por lo visto en el desarrollo histórico anterior, no se ha escatimado esfuerzos para financiar estudios tendientes a solucionar el problema de los arroyos, sin embargo, las obras no se ejecutan. El número de arroyos canalizados en casi 100 años de expansión urbana es irrisorio y mientras no haya proyectos concretos, todas las iniciativas de solución estarán sujetas al fracaso por la razón de siempre: no hay recursos para ejecutarlas. Es lógico suponer entonces, que en el futuro, los arroyos seguirán deteriorando la infraestructura urbanística de la ciudad, paralizando e interrumpiendo el tráfico, provocando accidentes y enfermedades, deteriorando la salud pública y generando daños ambientales, paralizando las actividades portuarias, deteriorando la imagen de la ciudad y disminuyendo la calidad de vida de sus habitantes.

Partiendo de esta problemática y del amplio avance tecnológico de la actualidad, surgen las siguientes preguntas:

- Gracias a la ayuda que brindan los adelantos tecnológicos y el fácil acceso de la ciudadanía a estos. ¿Qué solución práctica se puede ofrecer a los ciudadanos aprovechando estos recursos?
- ¿Bajo qué sistema operativo móvil realizar el desarrollo de una herramienta informativa para tener un amplio acceso a la ciudadanía?
- ¿Qué ventaja tiene usar una herramienta móvil de este tipo a diferencia de otras que posean el mismo enfoque?

### **2.2.3 Identificación y Delimitación del Problema**

#### **2.2.3.1 Delimitación Temporal**

El proyecto ha sido desarrollado en todas sus fases de análisis, diseño, desarrollo y puesta en ejecución, en el período comprendido entre el mes de septiembre del año 2013 hasta el mes de noviembre de 2014.

#### **2.2.3.2 Delimitación Espacial**

El Proyecto de investigación se realizó en la ciudad de Barranquilla, bajo el apoyo de docentes de la Universidad de la costa CUC, el cual su desarrollo es seguido para su aprobación por parte de COLCIENCIAS, ya que este corresponde a un



proyecto de desarrollo e innovación llamado *Diseño y Desarrollo de un Prototipo para un Sistema de Alertas Tempranas (SAT), basado en Redes TIC para la aplicación en los arroyos de Barranquilla.*

## **2.3 FINES DEL PROYECTO**

### **2.3.1 Justificación**

Haciendo referencia a la situación que se vive en la ciudad de Barranquilla, en épocas de invierno en donde cada vez que se presentan las lluvias, las cuales hacen aparecer la problemática de los arroyos, que durante años han causado muchas tragedias y caos vehicular principalmente por la repentina y rápida acción de los arroyos a su paso que no permiten la oportuna reacción de las personas.

Ahora, al cabo de esta problemática que se ha convertido en una acción cotidiana para esta ciudad, el realizar una búsqueda de una solución tecnológica aprovechando el alto porcentaje de participación de dispositivos móviles en la población civil, con el fin de proveer información en tiempo real en pro de la prevención de situaciones de riesgo que se puedan generar a causa de los arroyos.

Conforme a lo anterior, el desarrollar una aplicación móvil para el sistema operativo Android en la cual el usuario pueda interactuar y recibir notificaciones informativas en tiempo real acerca de los niveles de peligrosidad de distintos puntos de los arroyos que recorren la ciudad, resulta de vital importancia para la prevención de las personas y así reducir en un alto grado el porcentaje de calamidades que se presentan a causa de los arroyos en Barranquilla.

#### **2.3.1.1 Beneficios tangibles**

Como beneficio tangible se tiene el presentar información en tiempo real en los dispositivos móviles con relación a puntos críticos que presenten los arroyos en la ciudad de Barranquilla, para de esta forma fomentar en los habitantes la prevención de accidentes e imprudencias que se puedan presentar con relación a los llamados ríos urbanos.

#### **2.3.1.2 Beneficios Intangibles**

El beneficio intangible que se puede obtener es que a través de la información suministrada por la aplicación móvil se obtiene en los usuarios de esta, la prevención y conciencia de los peligros que se pueden presentar en la ciudad por

los arroyos que la recorren y principalmente por la imprudencia de aquellas personas que optan por atravesarlos en los niveles de más alta peligrosidad.

## **2.4 OBJETIVOS**

### **2.4.1 Objetivo general**

- Desarrollar una aplicación móvil bajo el sistema operativo Android, para prevenir y alertar a los habitantes de la ciudad de Barranquilla de los estados de peligrosidad de los distintos arroyos mediante la visualización de estos de manera gráfica.

### **2.4.2 Objetivos específicos**

- Conocer de manera detallada la problemática de los Arroyos en Barranquilla.
- Identificar herramientas realizadas para conocer el estado de los arroyos en la ciudad de Barranquilla.
- Diseñar y graficar las diferentes rutas que generan los distintos arroyos en la ciudad de Barranquilla.
- Desarrollar mecanismos que alerten el estado de peligrosidad que posea un arroyo.
- Implementar rutas alternas de movilidad al usuario, previniendo que pueda ser afectado por el nivel de un arroyo.

## **2.5 METODOLOGÍA USADA**

La metodología empleada para la realización de este proyecto fue basada en fases, dado que la finalidad del mismo es el desarrollo de software, se identificó como modelo base el desarrollo en cascada, ya que esta permite al desarrollador enfocarse en mantener un orden metodológico de manera rigurosa para las etapas de este, de tal forma que el inicio de cada una debe esperar a la finalización de la anterior, ajustándose al proceso de análisis, diseño y desarrollo del software de manera secuencial.

### **2.5.1 Fases del proyecto**

La metodología de programación en cascada es también llamada Ciclo de Vida Clásico, fue propuesta por Winston W. Royce (1929 - 1995) a principio de los años 70 y está básicamente conformada por una serie de pasos que son:

Definición de los requisitos, Diseño de software, Implementación y pruebas unitarias, Integración y pruebas del sistema, Operación y mantenimiento (Sommerville, Ian, 2005).

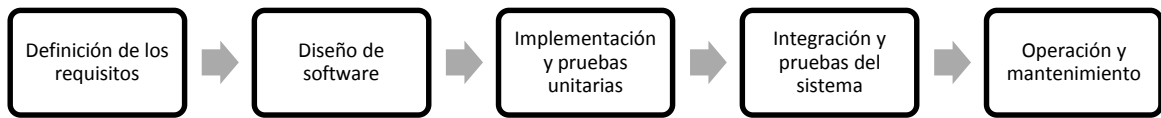


Gráfico 1 Proceso de metodología en cascada

- Definición de los requisitos: En esta fase se analizan las necesidades de los usuarios finales de la aplicación para determinar qué servicios, restricciones y objetivos se deben cubrir. Tomando en cuenta esto, se efectuaron reuniones con el ingeniero docente Jorge Sepúlveda, quien para ese momento era el líder del proyecto SAT. Como fruto de estas reuniones se concibieron los objetivos (Generales y específicos) que debía manejar el proyecto para la realización de la aplicación, además de acordar una alianza con el grupo desarrollador de SAT en su plataforma web, para que esta proveyera un servicio de envío de información de los sensores que luego sería tratada por la aplicación móvil y por último se definió el alcance del proyecto.
- Diseño de software: En esta fase, se establece la arquitectura total del sistema. Se identifican y describen las abstracciones y relaciones de los componentes del sistema. Durante esta fase se diseñan los diagramas de clases y casos de uso necesarios para la visualización teórica del funcionamiento de la aplicación, además de planificar una correcta estructura tanto del sistema de información externo proporcionado por SAT en su versión web como el sistema de información interno que manejara la aplicación móvil, y por supuesto el orden estructural que tendrá la lógica de las clases que componen al proyecto. Tratando de cumplir este conjunto de esquemas, se establece que debe ser necesario construir una correcta estructura para el mantenimiento de los datos recibidos desde el servicio web, por lo tanto se hace prioritario crear un sistema de flujo de información entre la aplicación y la base de datos ya construida por el grupo de desarrollo de la aplicación web y que está alojada en un servidor, por lo cual se decide trabajar con la

tecnología JSON (*JavaScript Object Notation*) el cual es un formato ligero para el intercambio de datos y así lograr el envío de peticiones a este. También se planteó un paquete de clases para manejar todos los datos luego de que la información obtenida por el JSON haya sido almacenada, este paquete estaría conformado por dos clases, en una de ellas se manejaría la creación de las tablas que conforman a la base de datos de la aplicación, y la otra se encargaría de las consultas a realizar a esta base de datos cada vez que se requiera su intervención.

- Implementación y pruebas unitarias: En esta fase se presenta la construcción de los módulos y unidades de software y se realizan las pruebas de cada unidad. Por lo tanto es en esta fase donde se desarrolla y codifica la aplicación basada en el diseño que se planteó anteriormente, y como partida se crean las clases encargadas de construir la base de datos y las consultas de comando para la creación de las tablas que almacenaran la información de la aplicación. Completado esta sección, se pasó a codificar las clases que cumplirían con la función preparar cada actividad de la aplicación, tales como proporcionar un menú principal para dividir las distintas tareas del proyecto cuando este estuviera en funcionamiento, el informarle al usuario los casos en que no se encuentre con una red capaz de brindarle un correcto servicio de conexión y por supuesto la creación de eventos con mensajes para una mejor comunicación entre el usuario y la aplicación y la creación de una actividad como pantalla de bienvenida que le da un toque de personalidad a la aplicación. Tomando en cuenta la estructura que provee el diagrama de casos de uso planteado en el diseño de la aplicación, se realizan las interfaces visuales junto al orden en que se distribuirán las funciones principales de esta, además de proporcionar una descripción de los pasos que se deben realizar para la realización de dichas funciones. Entre las funciones principales se destaca la de proporcionarle al usuario una ruta alterna para evitar el arroyo cuando este la solicite, por tal razón es necesario el uso de la Api de rutas de Google proporcionada por Google Maps para el cálculo de rutas de una ubicación a otra. Estas constaran de una un punto origen y un destino ubicadas en el mapa a través de coordenadas de latitud/longitud. Para esta función fue necesaria la creación de una clase exclusiva para el manejo de los datos en el JSON devuelto por los servidores de Google al solicitar una ruta entre dos puntos estáticos conocidos previamente, esta clase da un tratamiento a todos estos datos

luego de que son extraídos del JSON, para así mostrarlos de forma gráfica en el mapa cuando la función sea requerida. Esta función trabaja mediante unos puntos invisibles al usuario que están ubicados estratégicamente a los lados de los arroyos, antes de conectar el origen del usuario con su destino, la aplicación conecta el origen con el punto invisible más cercano a este, y luego lo conecta al destino, lo cual permite en la mayoría de los casos bordear o evitar el arroyo.

- Integración y pruebas del sistema: Esta es la fase en donde se integran todas las unidades, se prueban en conjunto y se entrega el conjunto probado al cliente. En esta fase del proyecto luego de la creación de un espacio de proyecto en la consola de desarrolladores de Google, para la utilización de las api de Google Cloud Messaging y Google Maps, se ha procedido con el desarrollo de la creación y posterior integración de una funcionalidad con la aplicación web del proyecto en lo que concierne a las peticiones de información que se va a almacenar en los dispositivos móviles y otra correspondiente al registro del dispositivo del usuario hacia la base de datos de esta aplicación, para que este pueda acceder a la recepción de notificaciones respecto a cambios de nivel de peligrosidad de los sensores de los arroyos por medio del puente de comunicación creado a partir de la utilización de la api de Google Cloud Messaging.

Con relación a estas funcionalidades, se hicieron pruebas para determinar que se realicen correctamente y que sus tiempos de respuestas sean mínimos para que la experiencia del usuario en el caso de la recepción de notificaciones sea buena. Respecto al api de Google Maps, se utilizó una actividad preparada con un frame layout para que los mapas cargaran de una manera natural cuando se accediera a ella, aplicándole a estos la Key de acceso de utilización del api (Más adelante en el documento se muestran imágenes respecto a la obtención y utilización de esta Key en el proyecto). Posteriormente, se realizaron pruebas en dispositivos en simultánea para observar que los mapas cargaran de manera correcta y que se les presentara la misma información a estos.

- Operación y mantenimiento: Generalmente en el modelo en cascada, esta es la fase más larga. El sistema es puesto en marcha y se realiza la

corrección de errores descubiertos. Se realizan mejoras de implementación y se identifican nuevos requisitos.

En esta fase luego de culminar y de realizar las pruebas de funcionalidad de la aplicación, se detectaron unos errores correspondientes a la manera en cómo se almacenaba la información recibida a partir del servicio ofrecido por la aplicación web de este proyecto, en la base de datos de los dispositivos, por lo que esto llevó a un rediseño en las tablas de almacenamiento de la información, (entre estas se encuentran las tablas Arroyo, Sensor y Punto), todo esto basado en el diagrama de clases utilizado para la estructuración de la Base de datos; por ende estos cambios nos llevaron a una reestructuración en el código, que al mismo tiempo para la corrección de estos errores, se aplicó el concepto del patrón de arquitectura de software MVC (Modelo – Vista - Controlador) para las clases del código relacionadas con el manejo de la información. Además en esta fase para una mejor experiencia visual del usuario, se adicionó un nuevo requisito el cual fue sugerido por el tutor y que consiste en mostrar el nivel de peligrosidad que informan los sensores en los arroyos por el manejo de secciones entre estos con el color correspondiente al sensor con el cual inicie cada sección del arroyo. Si bien este no es un requisito fundamental, y que tampoco hizo parte inicial de los objetivos del proyecto les brinda a los usuarios una mejor presentación de la información a manera gráfica en la aplicación. Adicionalmente a este requisito, también por parte del tutor fue sugerido para facilitar la experiencia de usuario haciéndola más intuitiva, de una actividad con imágenes de ayuda presentadas a manera de presentación deslizable de las funciones principales de la aplicación.

### 2.5.2 Cronograma de actividades

Actividad	Fecha de inicio	Fecha de finalización	Días	Responsable
Levantamiento de información y requisitos	12/09/2013	12/09/2013	1	Anuar Raad Deimer Villa
Creación de diagramas de clases y de casos de uso de la aplicación	14/09/2013	25/09/2013	11	Anuar Raad Deimer Villa

Definición de paquete de clases para el manejo de la base de datos y almacenamiento de la información en el dispositivo móvil	14/09/2013	24/09/2013	10	Anuar Raad Deimer Villa
Codificación del diseño de clases para el manejo de la base de datos y almacenamiento de la información en el dispositivo móvil	26/09/2014	19/10/2013	23	Anuar Raad Deimer Villa
Codificación de las actividades que componen la aplicación móvil	20/10/2013	31/12/2014	40	Anuar Raad Deimer Villa
Codificación de la funcionalidad del ruteo en la actividad que muestra el mapa en la aplicación	01/01/2014	28/02/2014	58	Anuar Raad Deimer Villa
Desarrollo de funcionalidad y presentación del mapa en múltiples dispositivos	03/01/2014	27/04/2014	58	Anuar Raad Deimer Villa
Desarrollo de funcionalidad de registro en Base de datos de aplicación web para recepción de notificaciones	28/04/2014	13/05/2014	14	Anuar Raad Deimer Villa
Desarrollo de pruebas de funcionalidad y presentación del mapa en múltiples dispositivos	14/05/2014	15/05/2014	2	Anuar Raad Deimer Villa
Desarrollo de pruebas de funcionalidad de registro de dispositivo en Base de datos de aplicación web para recepción de notificaciones	16/05/2014	17/05/2014	2	Anuar Raad Deimer Villa
Reestructuración de diseño de Base de datos	02/05/2014	18/05/2014	16	Anuar Raad Deimer Villa
Reestructuración de código fuente de la aplicación aplicando patrón de arquitectura de software MVC	19/05/2014	19/08/2014	90	Anuar Raad Deimer Villa
Adición de requisito de manejo de secciones de los arroyos	20/08/2014	30/09/2014	40	Deimer Villa

Adición de requisito de actividad de ayuda con imágenes ilustrativas de la funcionalidad de la aplicación	01/10/2014	15/10/2014	15	Anuar Raad
---	------------	------------	----	------------

Tabla 1 Cronograma de actividades

## 2.6 ESTADO DEL ARTE

En la actualidad, Japón, uno de los países con mayor desarrollo industrial, tecnológico y económico, por medio de tres operadores de la telefonía celular, hace uso de un sistema de transmisión simultánea para el envío de mensajes de texto con alertas (sismos, tsunamis) a celulares de usuarios registrados en sus bases de datos, este servicio es prestado desde el año 2007, desde entonces la telefonía 3G de este país está obligada a suscribirse a este de sistema de alertas. Este sistema envía los mensajes con varios segundos e incluso minutos de antelación con información sobre cómo reaccionar y que hacer antes las emergencias (Tamara Toro, 2011).

Estas medidas no solo han sido aplicadas por entidades gubernamentales en este país asiático, empresas de operadores móviles privadas como, Claro, Entel, Movistar y Nextel usan un Sistema de Alerta de Emergencias impulsado por el Gobierno estatal de Chile, la finalidad de este sistema consiste en el advertir a los usuarios por medio de estos operadores, de situaciones de emergencia naturales como en caso de riesgos de tsunami, sismos de mayor intensidad y erupciones volcánicas, así la alerta llegara de forma masiva a todos los usuarios afiliados a los servicios de estas empresas sin ningún tipo de costo y sin colapsar las redes celulares, siempre y cuando se tenga instalada la aplicación que permite visualizar todas estas alertas con información suministrada por la oficina nacional de emergencias del gobierno chileno (Gobierno de Chile, s.f.).

En Medellín-Colombia, se tiene como precedente la aplicación SIATA (Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Área Metropolitana), la cual está disponible tanto en la plataforma Android como IOS, y cuya función principal es la de brindarle al usuario información concerniente al clima, temperaturas y demás variables en cada municipio del área metropolitana. La aplicación hace parte de un proyecto de la alcaldía de Medellín con el apoyo y los aportes de EPM e ISAGEN, el desarrollo, densificación, instrumentación y puesta en marcha de todo el proyecto tiene un costo de 9.000 millones de pesos (Caracol radio, 2014).

Además para dispositivos móviles Android, se puede encontrar dos aplicaciones esenciales en cuanto a este tema se refiere, la primera es capaz de brindar



información acerca del estado del clima (Rain Alarm), esta aplicación muestra por medio de un mapa y radares, el estado climatológico del punto en donde el usuario está ubicado usando las herramientas que brinda Google Maps, todo esto en un intervalo de dos horas antes desde el momento en que la aplicación es consultada. También permite informarnos de forma constante acerca de los cambios que se registren por medio de un widget sin tener que acceder a la pantalla principal de esta (Isenacode, 2014). La segunda aplicación (EarthQuake Alert) le brinda al usuario información de terremotos que se puedan generar cerca de su posicionamiento geográfico, mostrando en un mapa la ubicación de los terremotos y la magnitud de este, obteniendo toda esta información de internet (Cromo - El observador de Uruguay, 2012).

## **2.7 PROPUESTA DE SOLUCIÓN**

Como propuesta de solución, se desea implementar el diseño y desarrollo de una aplicación móvil para el sistema operativo Android, cuya función principal será la de generar alertas para notificar a los usuarios que la manejen, de los distintos arroyos que se forman en diferentes puntos de la ciudad de Barranquilla cercanos a su punto de localización geográfica.

Las alertas se verán en tiempo real, y podrán ser visualizadas en un mapa de la ciudad, en el que además estará acompañada por información de vital importancia como es la peligrosidad del arroyo mostrada por sensores (Esta se medirá en niveles demarcados por los colores del semáforo, en el que rojo es el nivel más alto de peligrosidad, amarillo el de un nivel medio de precaución y verde como el nivel de alerta más bajo) ubicados de manera teórica (A futuro estos sensores serán instalados físicamente y de manera estratégica en la ciudad).

Para la elaboración de este proyecto, se tomó en cuenta la gran participación que tiene el sistema operativo Android en el mercado, y la gran distribución que este tiene en los dispositivos móviles, por tal razón, la decisión de realizar el desarrollo de la aplicación bajo esta plataforma.

Entrando en detalles la herramienta podrá permitir a sus usuarios, estar informado de los arroyos que se generan en la ciudad durante los momentos de lluvia, así este podrá observar los cambios en tiempo real que tengan dichos arroyos y de esta manera poder evitar cualquier peligro para este; Esta herramienta no solo permitirá avisar al usuario si se han generado arroyos, sino que también permitirá conocer el estado de cada sensor que monitorea a cada uno de los arroyos en todos sus tramos, por medio de secciones en las que se indica el nivel de

peligrosidad que estos tienen. Esta herramienta contará con la función de poder bordear o evitar el arroyo con la ruta más corta a través de calles aledañas a este desde su punto de origen hasta un punto destino, lo cual ayudará a que la movilidad vehicular sea mucho más fluida.

La aplicación tendrá 3 funciones principales: La primera es la de mostrar el estado de todos los arroyos de la ciudad por medio de las secciones que maneja cada sensor usando un sistema semáforo para indicar el nivel de peligrosidad de este, segundo el notificar en tiempo real los cambios que se produzcan en cada uno de los arroyos, para así mantener constantemente informado al usuario de cualquier nueva incidencia y por ultimo pero no menos importante, la tercera función le ofrecerá al usuario una ruta alterna que le permita llegar de la manera más rápida posible a su destino evitando el arroyo, tomando como punto de origen su posición actual.

### **3. ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS**

#### **3.1 INTRODUCCIÓN**

En el presente punto se busca definir las especificaciones funcionales y no funcionales que posee la aplicación móvil, así mismo el alcance que esta pueda tener. La aplicación será utilizada por usuarios comunes, sin ningún tipo de prerrequisito aparte de contar con un dispositivo móvil de sistema operativo Android.

#### **3.2 ALCANCE Y PROPÓSITO**

Diseño y desarrollo de una aplicación móvil para dispositivos Android para un sistema de alertas temprana de los arroyos de la ciudad de barranquilla.

La aplicación será desarrollada en el lenguaje JAVA para el sistema operativo móvil Android, que permitirá acceder a los usuarios para obtener información en tiempo real acerca del estado de los arroyos en diferentes puntos de recolección de información en la ciudad de Barranquilla, en donde técnicamente han de realizar la instalación de sensores pluviométricos para ser mostrada hacia los usuarios (Para esta aplicación la ubicación de los sensores se encuentra manejada de manera teórica). Esta constará con los siguientes procesos:

1. Recopilación de información de los arroyos suministrada por medio de un servicio web correspondiente de una aplicación web.
2. Cálculo de la ruta más corta entre el punto de origen donde se encuentre el usuario y un punto destino definido por este, en el cual se le proporcione la posibilidad de evitar las zonas de alto riesgo de un arroyo.
3. Visualización de diversos arroyos en un mapa con información simulada de sensores pluviométricos.
4. Filtrado de visualización de arroyos a petición de los usuarios de la aplicación.
5. Representación a manera de secciones del rango de cobertura entre sensores distribuidos en los arroyos.
6. Notificación a los usuarios sobre cambios en la información suministrada por los sensores con respecto al nivel de peligrosidad de los arroyos.
7. Ofrecer información tal como, dirección del sensor y su estado al momento de dar clic en cada uno de los sensores.

8. Obtener automáticamente la ubicación actual del usuario sin necesidad de obtener la ruta más corta.

Mediante este sistema No se podrá:

1. No se puede registrar arroyos
2. No se puede eliminar arroyos
3. No se puede registrar sensores
4. No se puede eliminar sensores
5. No se puede registrar puntos
6. No se puede eliminar puntos

El prototipo de aplicación dará acceso a la información contenida mediante una base de datos local alojada en el dispositivo móvil independientemente si este se encuentra o no con conexión a internet.

### **3.3 ÁMBITO**

El desarrollo de la aplicación está orientado a alertar de forma rápida y temprana a los usuarios que la manejan de mostrar el nivel de peligrosidad de los arroyos que estos tienen en cada uno de sus tramos. Los usuarios podrán acceder a toda esta información de forma sencilla, pues esta mostrara a partir de un menú en donde pueden acceder al mapa de la ciudad con los arroyos que se hayan formado y a los cuales la información se estará actualizando constantemente vía internet (dependiente de la conectividad del dispositivo móvil del usuario), de los cambios detectados por los sensores. En caso de que el usuario no cuente con un servicio de datos o una red inalámbrica de acceso, la aplicación mostrara los últimos cambios que se almacenaron antes de perderse la conexión.

### **3.4 DEFINICIONES, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS**

Para el desarrollo de la aplicación, se hace referencia al vocabulario presente en todo el proyecto:

**Android:** Sistema operativo multidispositivos basado en el kernel de Linux, inicialmente diseñado para teléfonos móviles. En la actualidad se puede encontrar también en múltiples dispositivos, como ordenadores, tabletas, GPS, televisores, discos duros multimedia, mini ordenadores, cámaras de fotos. Incluso se ha instalado en microondas y lavadoras (Robledo Fernández, David, 2014).

**API (Application Programming Interface):** Interfaz de programación de aplicaciones.

**JSON (JavaScript Object Notation):** Notación de Objetos de JavaScript, es un formato ligero de intercambio de datos derivado de la ECMAScript (Especificación de lenguaje de programación) (The Internet Engineering Task Force, 2006).

**GCM:** Servicio que permite la comunicación entre un servidor y una aplicación móvil a través del uso de mensajes asíncronos, con el cual se implementa de manera simple un sistema de notificaciones para la aplicación móvil.

**GUI:** Interfaz gráfica de usuarios, es un programa informático que actúa de interfaz de usuario, utilizando un conjunto de imágenes y objetos gráficos para representar la información y acciones disponibles en la interfaz.

**SQLITE:** Es un paquete de software de dominio público que proporciona un sistema de gestión de base de datos relacional (Kreibich, Jay A, 2010).

### **3.5 DESCRIPCIÓN GENERAL**

#### **3.5.1 Perspectiva del Producto**

La aplicación fue diseñada con el propósito de realizar peticiones a un servidor para obtener datos, por lo cual es necesario que esta opere con una estructura Cliente/Servidor en tiempo real, lo que le permitirá al usuario no solo obtener datos en cada petición que este realice, sino que también podrá recibir notificaciones por parte del servidor proveedor cada vez que se registre un cambio en la base de datos inmediatamente se hayan realizado.

#### **3.5.2 Funciones del Producto**

A continuación se describen las funciones que tiene como alcance el prototipo de la aplicación:

- **Visualizar todos los arroyos:** Esta es la función por defecto al entrar a la tercera pantalla luego de acceder por el menú principal, en ella se muestran todos los arroyos que están en la base de datos del dispositivo (por defecto en el primer acceso, siempre y cuando el usuario posea conectividad a internet se descarga en el dispositivo la información a partir de un servicio web), y es donde se visualizan

todos los cambios y actualizaciones que obtiene el prototipo de la aplicación.

- **Filtrar arroyos:** Esta función permite el visualizar los arroyos individualmente, seleccionando en el filtro que arroyo desea ver el usuario por separado y se mostrará en el mapa en caso de que sea elegido.
- **Mostrar secciones de los arroyos:** A lo largo de cada ruta de los arroyos se encuentran distribuidos de manera teórica sensores pluviométricos que tienen como objetivo medir la intensidad del caudal de los arroyos, la distancia entre sensores se han denominado *secciones*, por medio de esta función se describen de manera visual de acuerdo a un color de semáforo (color que determina la intensidad del nivel del caudal del arroyo en el sensor) estas secciones de los arroyos.
- **Notificaciones de cambios en la información suministrada por los sensores:** El usuario al instalar la aplicación, es suscrito a recibir notificaciones las cuales le hacen conocer en tiempo real, cambios de información en los sensores pluviométricos, a raíz de una alza o disminución en el nivel del caudal del arroyo del cual el sensor este asociado.
- **Ruta para evitar el alto caudal de los arroyos:** Esta función es la más importante que posee la aplicación, ya que permite visualizar al usuario una ruta alterna para ofrecerle al usuario una forma de evitar el arroyo que el mismo seleccione, tomando como punto de partida las coordenadas de su posición actual y como punto final el destino de este. Cabe aclarar, que en algunos casos, la aplicación mostrara como ruta alterna la opción de cruzar el arroyo, pero es aquí donde el sistema semáforo que implementa la aplicación para manejar los diferentes estados de alerta y peligrosidad del arroyo se hace importante, pues permitirá indicar al usuario si este puede ser cruzado o no.

### 3.5.3 Características del usuario

La aplicación tendrá el manejo de un usuario general que podrá controlar todas las funciones que esta contenga, no necesitara de ninguna membresía especial ni el

de aportar algún tipo de dato personal para el control de la aplicación. El único requerimiento que tendrá el usuario, será el de permitir a la aplicación el obtener las coordenadas de su ubicación por medio del dispositivo proveedor de GPS incluido en el equipo móvil o a través de un sistema de conexión a internet inalámbrica o datos móviles.

### **3.5.4 Restricciones generales**

#### **3.5.4.1 Políticas Regulatoras**

Esta aplicación será desarrollada utilizando un entorno de desarrollo de código libre llamado Eclipse con el complemento ADT (Android Developer Tools), y la utilización de un motor de base de datos, también de código libre SQLite, por lo cual no genera costo de licencias de herramientas de desarrollo ni de motor de base de datos. Todo esto escrito bajo los lenguajes de programación JAVA.

La utilización de estos programas se encuentra establecida bajo las políticas establecidas por las empresas propietarias de estas herramientas.

#### **3.5.4.2 Limitaciones de Hardware**

Para la utilización del prototipo de aplicación, se encuentra necesario un dispositivo móvil con sistema operativo Android bajo versión mínima requerida 2.3.3. Este sistema para la obtención de la información inicial se ha de conectar por medio de un servicio web a una aplicación web, por lo que se requiere de conexión Wifi o Datos móviles por medio de una red celular.

#### **3.5.4.3 Requisitos del Lenguaje**

La aplicación tendrá como único lenguaje el español, debido a que es la lengua más utilizada por los usuarios finales.

#### **3.5.4.4 Credibilidad de la Aplicación**

La aplicación deberá ser sometida a pruebas con el fin de garantizar su respuesta en tiempo real a los cambios de datos generados por los sensores ubicados teóricamente en cada arroyo que se muestre en la aplicación.

### 3.5.4.5 Dependencias

La aplicación se encuentra dependiente de un servicio web perteneciente a la aplicación web que hace parte también de este proyecto y que ha sido desarrollada por otro grupo de estudiantes de la Universidad de la Costa CUC, en lo relacionado a la recepción de información inicial y de cambios de estado simulados que reflejen los sensores ubicados en los arroyos.

## 3.6 ESPECIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS

### 3.6.1 Requerimientos Funcionales

Requerimiento No. 1				
Código	Nombre	Grado de Necesidad		
ERF_01	Instalación de la aplicación	Esencial		
Descripción	La instalación de la aplicación se ha de realizar a través de una APK almacenada en el dispositivo móvil del usuario			
Entradas	Fuente	Salida	Destino	Restricciones
Usuario	Archivo APK disponible para instalación.	Aplicación instalada en el dispositivo del usuario.	Dispositivo móvil del usuario que va a utilizar la aplicación	Dispositivos móviles con sistema operativo Android.
Proceso	La aplicación se instala en el dispositivo del usuario para que este tenga acceso a la misma.			
Efecto colateral				

Tabla 2 Requerimiento Instalación de la aplicación

Requerimiento No. 2				
Código	Nombre	Grado de Necesidad		
ERF_02	Visualización de arroyos en mapa	Esencial		
Descripción	La aplicación ha de mostrar a manera de trazo de ruta de los caudales de los arroyos que se tenga información en un mapa, obtenida a partir de la conexión hacia un servicio web ofrecido por la aplicación web que tiene relación con este proyecto, o por medio de la base de datos del dispositivo luego de al menos una carga de información desde la web.			
Entradas	Fuente	Salida	Destino	Restricciones
Usuario	Información recibida por medio de una conexión hacia un servicio web de la aplicación en la nube relacionada	Dibujo de los recorridos de los caudales de los arroyos, con marcación de la ubicación de los sensores	Usuario del dispositivo móvil.	Información de solo lectura destinada a ser observada por los usuarios de la aplicación.



	<p>a este proyecto.</p> <p>Información suministrada por una base de datos en el dispositivo móvil del usuario, teniendo en cuenta que al menos una vez ha sido cargada desde el servicio web</p>	<p>demarcados por colores de los semáforos (rojo, amarillo, verde), de acuerdo al nivel de intensidad del arroyo al que se encuentra asociado a su paso por este.</p>		
<b>Proceso</b>	<p>La aplicación se conecta por medio de una conexión a internet wifi o móvil a un servicio web alojado en internet para la descarga de la información de los arroyos, luego de esto se realiza el trazado de la ruta de los arroyos para que puedan ser observados por los usuario a través de una pantalla de la aplicación la cual muestra de manera localizada un mapa de la ciudad de Barranquilla. Como otra fuente de la información se tiene que una vez cargada la información desde la web, esta es almacenada en una base de datos local del dispositivo, la cual puede ser consultada de igual manera.</p>			
<b>Efecto colateral</b>				

Tabla 3 Requerimiento Visualizar arroyos

Requerimiento No. 3				
Código	Nombre	Grado de Necesidad		
ERF_03	Filtrado de arroyos	Esencial		
Descripción	La aplicación ha de permitir a los usuarios seleccionar de manera individual un arroyo el cual quieran observar en detalle			
Entradas	Fuente	Salida	Destino	Restricciones
Usuario	Pantalla de la aplicación en donde se muestran la ruta de los arroyos trazada en un mapa	Dibujo del trazado del recorrido del caudal de un arroyo, el cual ha sido previamente seleccionado por el usuario de la aplicación	Usuario del dispositivo móvil.	Información de la ruta de un arroyo mostrada a manera de solo lectura
Proceso	El usuario interactúa con la aplicación para seleccionar el arroyo al cual quiere observar de manera individual en el mapa.			
Efecto colateral				

Tabla 4 Filtrado de arroyos

Requerimiento No. 4				
Código	Nombre	Grado de Necesidad		
ERF_04	Notificaciones de actualización de información de cambios en el caudal de los arroyos	Esencial		
Descripción	Se presenta una notificación al usuario cuando se tiene registro en el cambio de estado de un sensor asociado a un arroyo			
Entradas	Fuente	Salida	Destino	Restricciones
Usuario	Información suministrada a partir de la aplicación web relacionada a esta aplicación por medio de la utilización del servicio Google Cloud Messaging	Actualización de la información a visualizar en el trazado de las rutas de los arroyos	Usuario del dispositivo móvil.	Información de la ruta de un arroyo mostrada a manera de solo lectura
Proceso	Teniendo el usuario conectividad a internet, este recibe una notificación acerca de cambios en la información de los arroyos en relación a la información almacenada en el dispositivo del usuario.			
Efecto colateral				

Tabla 5 Notificaciones de actualización de información de cambios en el caudal de los arroyos

Requerimiento No. 5				
Código	Nombre	Grado de Necesidad		
ERF_05	Mostrar ruta para posibilitar evitar peligrosidad de un arroyo	Esencial		
Descripción	El usuario de la aplicación selecciona un arroyo para el cual consultar desde su posición una posible ruta hacia un destino definido por el con el fin de evitar el caudal del arroyo en un nivel de peligrosidad alto			
Entradas	Fuente	Salida	Destino	Restricciones
Usuario	Información suministrada a partir del servicio de rutas de Google	Dibujo del trazado de un recorrido de una posible ruta desde el punto donde se encuentra ubicado el usuario, hacia un destino fijado por este y en el cual se evite el paso por los niveles de alta peligrosidad del caudal del arroyo	Usuario del dispositivo móvil.	Requiere de conexión a internet(wifi o datos móviles) para la realización del cálculo de la ruta por medio del servicio de cálculo de rutas de google

<b>Proceso</b>	El usuario interactúa con la aplicación para seleccionar un arroyo el cual se encuentre entre su posición y un destino el cual ubique el usuario en el mapa, se realiza un proceso de petición de información al servicio de rutas de google para poder mostrarle al usuario una posible ruta por la cual pueda acceder para llegar al destino seleccionado en el mapa
<b>Efecto colateral</b>	

Tabla 6 Mostrar ruta para evitar peligrosidad de un arroyo

### 3.6.2 Requisitos no funcionales

Como complemento a los requerimientos funcionales para la aplicación, se tienen los siguientes requerimientos no funcionales:

- Cuadro de convenciones para la información presentada en el mapa.
- Posicionamiento según la ubicación del dispositivo del usuario por medio de acceso web wifi, datos móviles o GPS integrado por el dispositivo móvil.
- Diseño de la interfaz de la aplicación.

## 4. DISEÑO

### 4.1 INTRODUCCIÓN

Tomando en cuenta los requisitos funcionales y los no funcionales mencionados anteriormente, además del cómo están estructuradas las aplicaciones móviles de hoy en día, el diseño con que cuenta la herramienta aquí propuesta, sigue un estándar y un modelo que no solo permite facilidad para el usuario que lo utiliza si no también una mejor codificación mediante las capas de código que la conforman.

### 4.2 DIAGRAMA DE CLASES

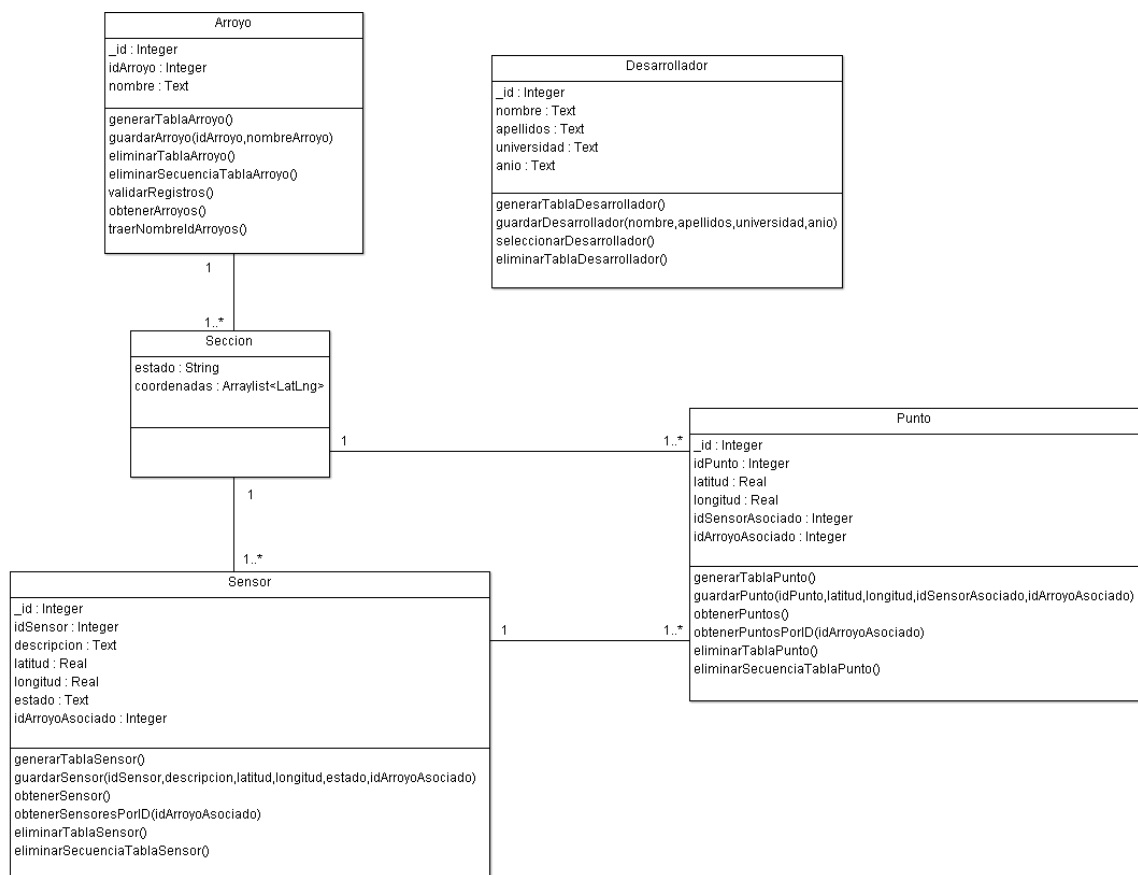


Gráfico 2 Diagrama de clases

#### 4.2.1 Diccionario de entidades

<b>Clase</b>	<b>Arroyo</b>
<b>Atributos</b>	idArroyo, nombre
<b>Tipo de Atributos</b>	Int, String
<b>Descripción de la clase</b>	En esta clase están definidos todos los elementos y que componen al objeto Arroyo, los cuales permitirán agregar las secciones, sensores y puntos que construyen al arroyo de forma gráfica.

Tabla 7 Diccionario de entidades clase Arroyo

<b>Clase</b>	<b>Sección</b>
<b>Atributos</b>	estado, coordenadas
<b>Tipo de Atributos</b>	String, ArrayList<LatLng>
<b>Descripción de la clase</b>	Esta clase permite contener un sensor con sus respectivos puntos, lo cual facilita la forma en que se conectan todo los sensores, además de definir de una mejor manera gráfica el arroyo completo.

Tabla 8 Diccionario de entidades clase Sección

<b>Clase</b>	<b>Sensor</b>
<b>Atributos</b>	idSensor, descripción, latitud, longitud, estado, idArroyoAsociado
<b>Tipo de Atributos</b>	Int, String, double, double, String, int
<b>Descripción de la clase</b>	En esta clase se encuentran todos los parámetros de los que dispone el objeto sensor, los cuales conforman el arroyo y simulan su estado o nivel de peligrosidad.

Tabla 9 Diccionario de entidades clase Sensor

<b>Clase</b>	<b>Punto</b>
<b>Atributos</b>	idPunto, latitud, longitud, idSensorAsociado, idArroyoAsociado
<b>Tipo de Atributos</b>	Int, double, double, int, int
<b>Descripción de la clase</b>	Esta clase contiene las funciones necesarias para manejar la información de los puntos, estos permiten representar gráficamente de mejor manera el contorno de cada arroyo.

Tabla 10 Diccionario de entidades clase Punto

<b>Clase</b>	<b>Desarrollador</b>
<b>Atributos</b>	nombre, apellidos, universidad, anio
<b>Tipo de Atributos</b>	String, String, String, String
<b>Descripción de la clase</b>	Esta clase contiene las funciones necesarias para manejar la información de los desarrolladores, encargados de la creación y desarrollo de la aplicación móvil.

Tabla 11 Diccionario de entidades clase Desarrollador

### 4.3 CASOS DE USO

Los casos de uso, es una descripción de los pasos o las actividades que deberán realizarse para llevar a cabo un proceso cuyo propósito es documentar cada requerimiento de una aplicación (en este caso una aplicación móvil), lo que resulta muy útil cuando se desea describir los distintos comportamientos del sistema, además de definir sus funciones de una forma más detallada, precisa y concisa, y por supuesto, la forma en que este se debe desempeñar específicamente en la comunicación mediante su interacción con los usuarios y/u otros sistemas. Su propósito principal es el de presentar un diagrama de contexto para entender rápidamente los actores externos del sistema y las formas en que ellos lo usan.

#### 4.3.1 Resumen actores

La descripción de las funciones que proporciona un diagrama de casos de usos, permite conocer el punto de vista que tiene el usuario del sistema, lo cual ayuda a ilustrar los requerimientos funcionales y no funcionales que debe llevar la aplicación al mostrar cómo reacciona a eventos que se producen en su ámbito o en él mismo, lo cual permite conocer la secuencia de un actor (agente externo) usando el sistema para completar un proceso. Los elementos que conforman a un diagrama de caso de usos son:

- **Actores:** Un actor es una agrupación uniforme de personas, sistemas o máquinas que interactúan con el sistema que se desarrolla con un propósito o función. Los actores son externos al sistema que se desarrolla, por lo cual es importante aclarar la diferencia entre usuario y actor. Un actor es una clase de rol, mientras que un usuario es una persona que, cuando usa el sistema, asume un rol. Por lo tanto, al identificar actores se empieza a delimitar el sistema, y a definir su alcance.
- **Casos de Uso:** Como se mencionó anteriormente, un caso de uso es una secuencia de interacciones entre un sistema y alguien o algo que usa alguno de sus servicios. Un caso de uso es iniciado por un actor. A partir de ese momento, ese actor, junto con otros actores, intercambian datos o control con el sistema, participando de ese caso de uso.
- **Alternativas:** Durante la ejecución de un caso de uso, suelen aparecer errores o excepciones, por lo tanto, el sistema deberá en este caso informar esta situación al actor que hace uso de un servicio. Esas desviaciones del curso normal del caso de uso se llaman alternativas.

- Asociaciones: Es el tipo de relación más básica que indica la invocación desde un actor o caso de uso a otra operación (caso de uso).

#### 4.3.1.1 Actores

Actor	Usuario Final
Descripción	Usuario que utiliza la aplicación para dispositivos móviles con el fin de obtener información de los arroyos y realizar acciones sobre el mismo.
Tipo	Actor Principal

Tabla 12 Actor de los casos de uso

#### 4.3.2 Casos de uso funciones en el mapa

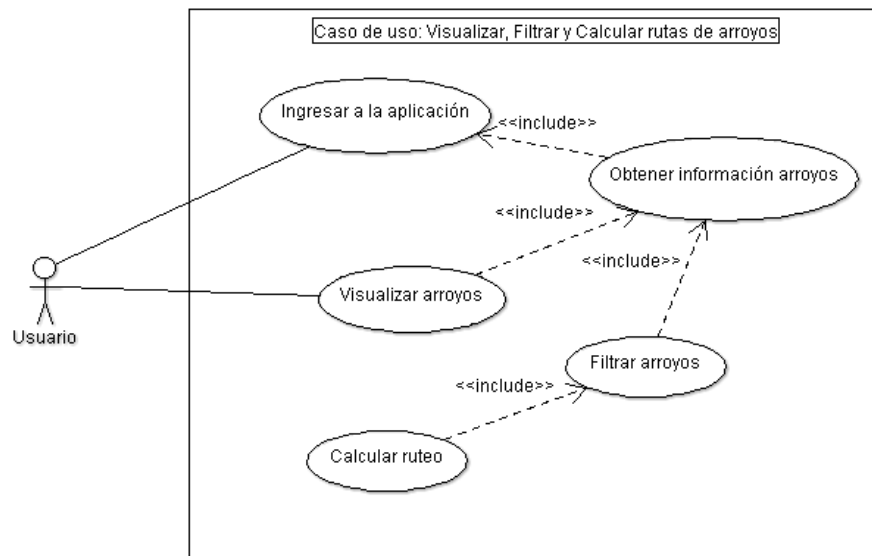


Gráfico 3 Caso de uso funciones en el mapa

Nombre: Funciones en el mapa		
Descripción	El usuario ingresa a la aplicación y en la primera vez se obtiene la información de los arroyos que va a ser presentada en el mapa, para que posteriormente el usuario pueda visualizar los arroyos, filtrarlos y solicitar el cálculo de una ruta posible de evasión de puntos de peligrosidad alta para un arroyo en específico	
Precondición	Ingreso a la aplicación	
Secuencia principal	Paso 1	Ingreso a la aplicación
	Paso 2	Obtención de la información de los arroyos
	Paso 3	Visualización de los arroyos
	Paso 4	Filtrado de un arroyo en específico

	Paso 5	Solicitud de cálculo de posible ruta de evasión de zona de un arroyo con nivel de peligrosidad alto
<b>Errores / Alternativas</b>	No se tiene información de los arroyos para mostrar en el mapa	
<b>PostCondición</b>	Ninguna	
<b>Notas</b>	No	

Tabla 13 Descripción Caso de uso funciones en el mapa

#### 4.3.3 Caso de uso notificaciones cambios en los sensores

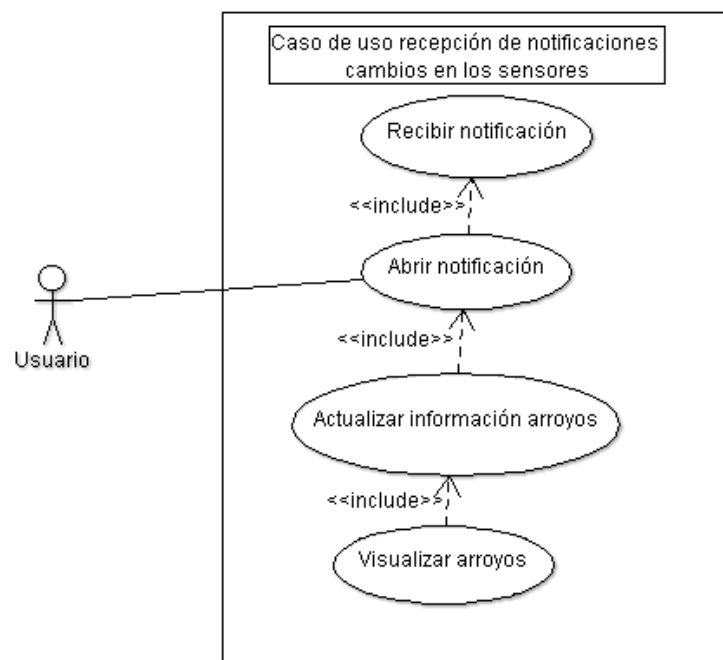


Gráfico 4 Caso de uso notificaciones cambios en los sensores



Nombre: Notificaciones cambios en los sensores		
<b>Descripción</b>	El dispositivo móvil del usuario recibe una notificación informativa respecto a cambios en la información suministrada por los sensores sobre los niveles de los arroyos	
<b>Precondición</b>	Recepción de notificación de cambios en la información de los sensores	
<b>Secuencia principal</b>	Paso 1	Recepción de notificación
	Paso 2	Abrir la notificación
	Paso 3	Actualización de la información suministrada por los sensores
	Paso 4	Visualización de los arroyos en el mapa con información actualizada
<b>Errores / Alternativas</b>	No se tiene información de los arroyos para mostrar en el mapa	
<b>PostCondición</b>	Visualización por parte del usuario de información Actualizada	
<b>Notas</b>	No	

Tabla 14 Descripción Caso de uso Notificaciones cambios en los sensores

## **5. ARQUITECTURA**

### **5.1 INTRODUCCIÓN**

Cuando se habla del desarrollo de un software, se maneja el término de arquitectura de software, el cual se puede definir como la estructura o las estructuras del sistema, que incluyen los componentes de software, las propiedades visibles externamente de esos componentes y las relaciones entre ellos (Pressman, Roger S, 2005).

### **5.2 ARQUITECTURA DEL SISTEMA**

En la siguiente gráfica se puede observar la arquitectura completa del sistema de alertas tempranas para los arroyos en la ciudad de Barranquilla. Este sistema comprende la intervención de un usuario, el cual puede obtener acceso a este por medio de una aplicación web o a través de una aplicación móvil que se puede instalar en dispositivos con sistema operativo Android. Para ambos casos la información de los niveles de los caudales de los arroyos será suministrada por los sensores pluviométricos que han de instalar en diferentes puntos por donde tienen recorrido de los arroyos en la ciudad de Barranquilla, para este proyecto cabe resaltar que la información es obtenida de manera teórica debido a que estos dispositivos no se encuentran instalados físicamente. La información es almacenada en un servidor de base de datos del cual se alimentan de información las 2 formas de aplicación que componen el proyecto.

En este caso nos centramos en el funcionamiento de la aplicación móvil. Una vez es instalada en los dispositivos móviles esta para obtener una información inicial requiere una conexión a internet para que por medio de un servicio web almacenado en el servidor de aplicaciones, obtener la información y almacenarla en una pequeña base de datos destinada para ser usada por la aplicación.

Una vez la aplicación posee información, un usuario puede consultarla, la cual es expresada de manera gráfica en un mapa de la ciudad mostrando las respectivas rutas de los caudales de los arroyos y demarcando en 3 tipos de colores de acuerdo al nivel de peligrosidad que se presente (los colores se encuentran asociados a los manejados en los semáforos asignándole la siguiente referencia,

el color rojo representa un nivel de peligrosidad alto, el color amarillo un nivel de peligrosidad medio y el color verde un nivel de peligrosidad bajo).

Dentro de la aplicación el usuario tiene acceso a diferentes funcionalidades entre las que se encuentran las siguientes:

- Visualización de arroyos
- Filtrado de arroyos
- Actualización manual de la información
- Solicitud de cálculo de ruta para evitar peligrosidad de un arroyo seleccionado por el usuario



Gráfico 5 Arquitectura del Sistema

### 5.3 DIAGRAMA DE INTERFAZ

A continuación se presentan las diferentes interfaces que el usuario puede observar y tener acceso en la aplicación móvil.

### 5.3.1 Interfaz de bienvenida a la aplicación



Gráfico 6 Pantalla de Bienvenida

### 5.3.2 Interfaz de menú principal de la aplicación

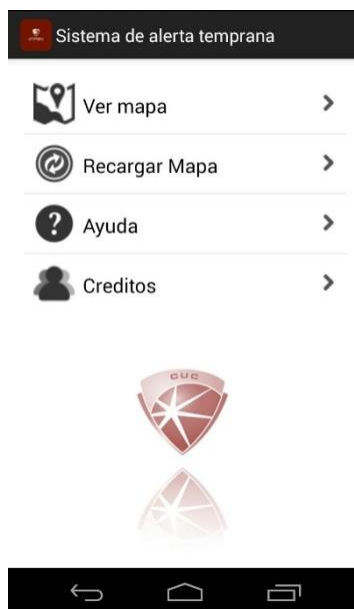


Gráfico 7 Menú principal de la aplicación

### 5.3.3 Carga inicial de información para el mapa



Gráfico 8 Carga inicial de información para el mapa

### 5.3.4 Interfaz de opción de ver mapa

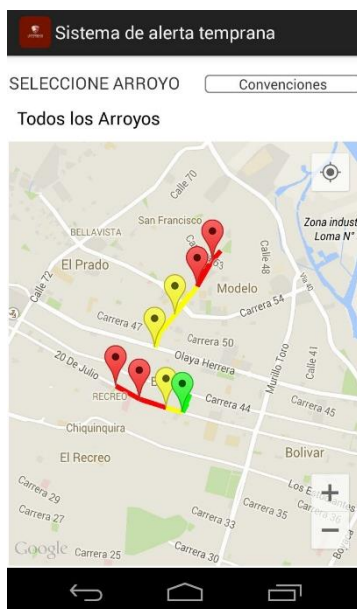


Gráfico 9 Pantalla de ver mapa

### 5.3.4 Interfaz de convenciones del mapa



Gráfico 10 Pantalla de convenciones del mapa

### 5.3.5 Opción de filtrar un arroyo

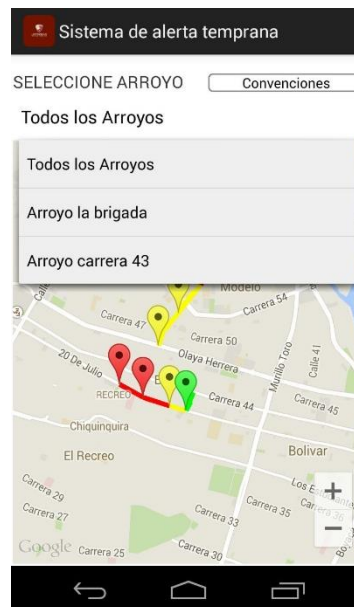


Gráfico 11 Opción de filtrar un arroyo

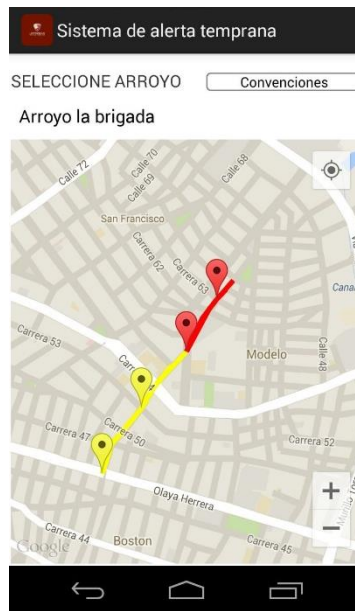


Gráfico 12 Arroyo filtrado por el usuario

### 5.3.6 Cálculo de ruta para evitar arroyo

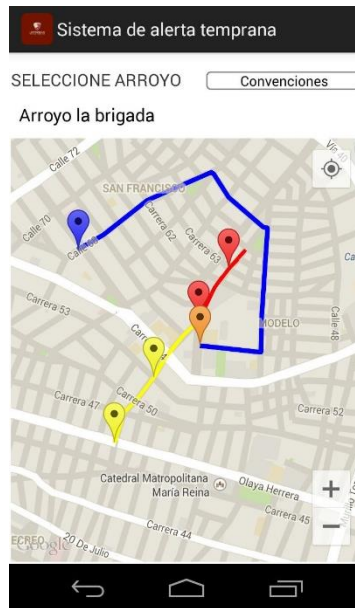


Gráfico 13 Trazado de ruta para evitar arroyo

### 5.3.7 Actualización manual de la información



Gráfico 14 Actualización manual de la información

### 5.3.8 Ayuda de la aplicación



Gráfico 15 Ayuda de la aplicación



### 5.3.9 Créditos

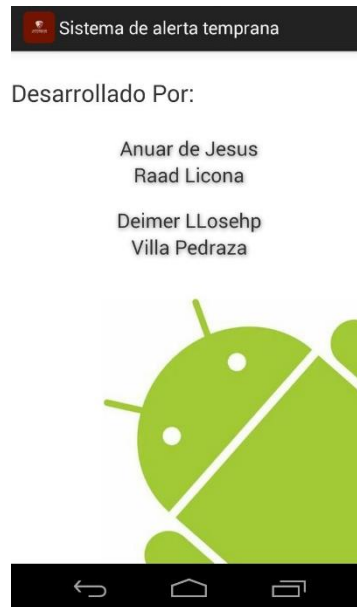


Gráfico 16 Créditos

### 5.4 DIAGRAMA DE PROCESO DE RECEPCIÓN DE NOTIFICACIONES

El siguiente gráfico muestra el proceso para la recepción de notificaciones en el dispositivo móvil del usuario, a partir de cambios registrados en la información suministrada por los sensores con relación al nivel del caudal de los arroyos en la ciudad de Barranquilla.

El proceso se realiza de la siguiente manera:

Una vez el usuario de la aplicación móvil la ha instalado en su dispositivo y hace la petición de descarga de información por primera vez, esta se conecta hacia la plataforma de servicio de Google cloud messaging en la cual previamente se ha creado un espacio de proyecto para la utilización de este servicio, el cual está registrado con un identificador único.

Para el registro de utilización de este servicio el dispositivo móvil ha de enviar para su asociación a la plataforma, un identificador de la aplicación (este hace referencia al nombre del paquete de la aplicación que se encuentra en el archivo manifest), así como también el identificador del proyecto al cual va a estar asociado en la plataforma. Al registrarse correctamente el dispositivo del usuario en el servicio, este le retorna un identificador, con el cual se va a hacer referencia del dispositivo en el proyecto para la recepción de notificaciones y el cual es

enviado como registro a una tabla de la base de datos de la aplicación web complementaria a este proyecto de aplicación móvil.

Luego de esto, cuando en la aplicación web se recibe un cambio de estado de nivel de peligrosidad de un arroyo, captado por un sensor asociado al mismo, se almacena el cambio en la base de datos de esta aplicación y a partir de una función se envía la información de los cambios recibidos por los sensores hacia el servicio de Google Cloud Messaging, el cual se encarga de realizar el envío de las correspondientes notificaciones a los dispositivos, los cuales se tengan registrados en la base de datos de la aplicación web y que están asociados al proyecto en la plataforma de servicio de Google Cloud Messaging.

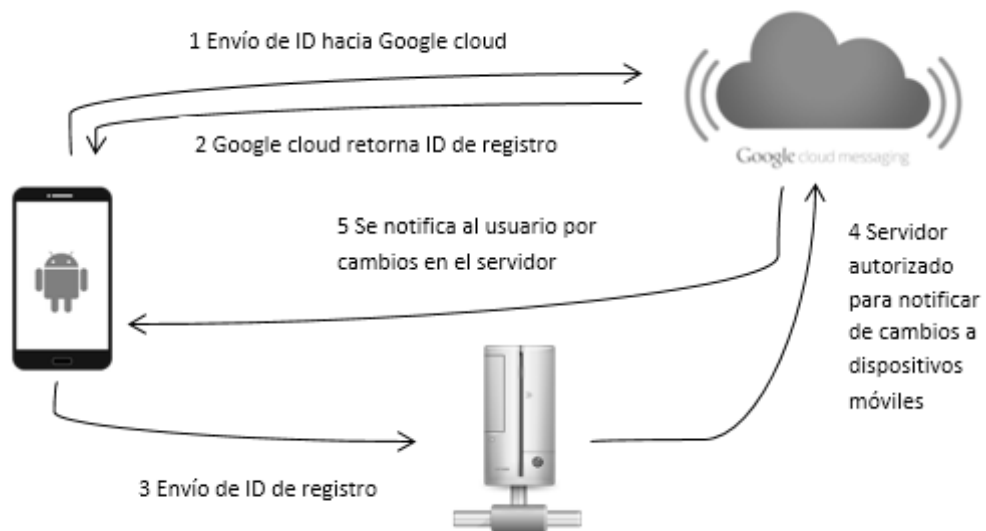


Gráfico 17 Proceso para recepción de notificaciones

## **6. IMPLEMENTACIÓN**

### **6.1 INTRODUCCIÓN**

Tomando como punto de partida los requerimientos obtenidos del respectivo análisis de la información ya documentada en puntos anteriores y de trazar objetivos en base a las funciones que se desean implementar en la solución, se inicia el desarrollo del proyecto en las etapas de estructuración y diseño, teniendo en cuenta siempre, que la información usada para el señalamiento y funcionamiento de cada sensor es simulado.

### **6.2 CONCEPTOS UTILIZADOS**

En este punto definimos los conceptos y tecnologías utilizadas en el proyecto los cuales nos han de brindar una base para el correcto funcionamiento de la aplicación.

#### **6.2.1 Modelo Vista Controlador**

Este es un patrón de arquitectura de aplicaciones software que separa la lógica de negocio de la interfaz de usuario, lo que facilita la evolución por separado de ambos aspectos e incrementa la reutilización de códigos y funciones, además de permitir que la estructura sea más flexible tanto en su elaboración como también durante una posible implementación, brindándole así al desarrollador una mayor comodidad.

(Central Connecticut State University, 2014)

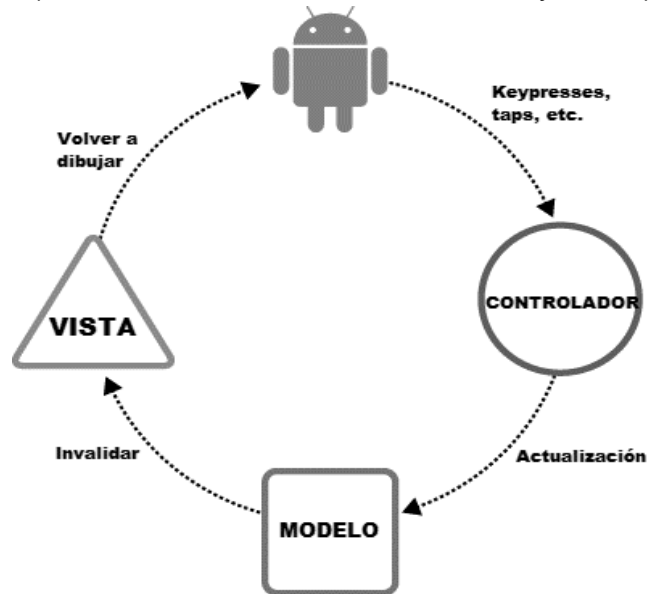


Gráfico 18 Modelo Vista Controlador

Su fundamento consiste en la separación del código en tres capas diferentes, acotadas por su responsabilidad, en lo que se llaman Modelos, Vistas y Controladores, o lo que es lo mismo, (Model, Views & Controllers), si se prefiere en inglés.

(Androideity, 2012)

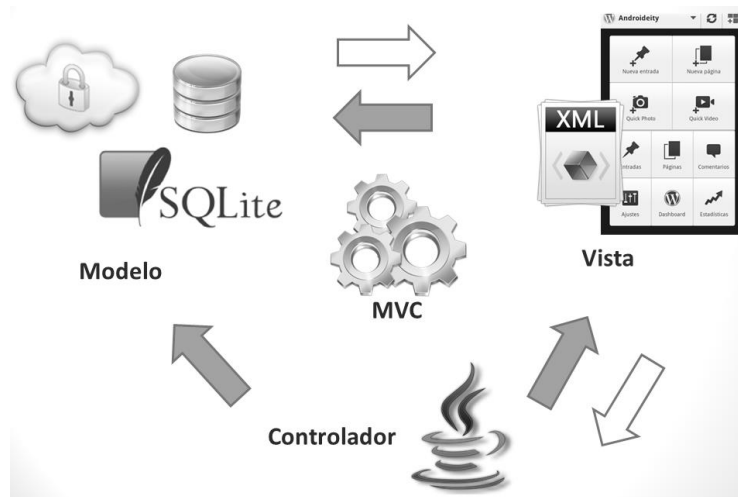


Gráfico 19 Esquema Modelo Vista Controlador

Una mejor definición para cada elemento de esta arquitectura seria:

- **Modelo:** Es la capa donde se trabaja con los datos, por tanto esta contiene mecanismos para acceder a la información y también para actualizar su estado. Los datos se tienen habitualmente en una base de datos, por lo que en los modelos siempre se tendrán todas las funciones que accederán a las tablas y harán las correspondientes consultas. En nuestro caso en vez de usar directamente sentencias SQL, que suelen depender del motor de base de datos con el que se esté trabajando, se utiliza un dialecto de acceso a datos basado en clases y objetos, los cuales nos permiten trabajar con abstracción de bases de datos y persistencia en objetos.
- **Vista:** La vista no es más que la interfaz con la que va a interactuar el usuario. En Android, las interfaces se construyen en XML. En la vista generalmente trabajamos con los datos, sin embargo, no se realiza un acceso directo a éstos. Las vistas requerirán los datos a los modelos y ellas generarán la salida, tal como nuestra aplicación requiera. En nuestra aplicación construimos nuestro esqueleto en XML fijando colores, posiciones y un formato, para así lograr darle a la aplicación un estilo propio y un aspecto más agradable a la vista del usuario.
- **Controlador:** El controlador son todas esas clases que permiten darle vida a las interfaces que componen a la aplicación, las cuales están construidas para permitir el despliegue y consumo de información de/para el usuario. Este módulo contiene el código necesario para responder a las acciones que se solicitan en la aplicación, como visualizar elementos, realizar una petición al servidor, obtener información, etc. Está en si es una capa que sirve de enlace entre las vistas y los modelos, respondiendo a los mecanismos que puedan requerirse para implementar las necesidades de nuestra aplicación. Sin embargo, su responsabilidad no es manipular directamente datos, ni mostrar ningún tipo de salida, sino servir de enlace entre los modelos y las vistas para implementar las diversas necesidades del desarrollo.

### 6.2.2 Servicios y Apis de Google

Para el funcionamiento de la aplicación en el sistema operativo Android, se ha de requerir el acceso y utilizaciones de servicios y Apis ofrecidas por Google para el desarrollo de aplicaciones, tanto de prueba como comerciales, en donde encontramos los siguientes:

### 6.2.2.1 Google Cloud Messaging

GCM (Google Cloud Messaging) es el servicio de mensajería en la nube ofrecido por Google el cual permite el envío de datos desde servidores web hasta las funciones de la aplicación (Se envía un mensaje a la aplicación indicando que hubo un cambio en los datos del servidor), lo cual garantiza que cada cambio registrado en los datos del servidor, se vea reflejado como complemento a la información que se está manejando actualmente o por el contrario una actualización completa de todos los datos que tiene la base de datos interna del dispositivo móvil (Android developers, 2015).



Gráfico 20 Arquitectura básica de Google Cloud Messaging

### 6.2.2.2 Api de Google maps para Android

Clases de la biblioteca de Google Maps que ofrecen descargas, procesamiento y almacenamiento en caché integrados de mosaicos de Google Maps, así como numerosos controles y opciones de visualización (Google developers, 2014). Con esto se pueden hacer las operaciones de mostrar las rutas de los arroyos y la localización por georreferenciación de la posición del usuario.

### 6.2.2.3 Api de rutas de Google

El API de rutas de Google es un servicio que utiliza una solicitud HTTP para calcular rutas para llegar de una ubicación a otra (Google developers, 2013). Por medio de este servicio se ofrece a los usuarios una posible ruta entre la posición del usuario y un destino marcado por este en el mapa, teniendo en cuenta evadir las secciones con nivel de peligrosidad alta de un arroyo que sea previamente seleccionado por el usuario.

#### 6.2.2.4 Proceso de activación de los servicio de Google

Para la utilización de Google Cloud Messaging y el Api de Google maps para Android, se requiere de la creación de un proyecto en la consola de desarrolladores de Google en donde se realiza la correspondiente activación de estos servicios, asociados a una cuenta de usuario de Google. Este proceso es descrito a continuación:

- Como primer paso se inicia sesión en la siguiente dirección web con un usuario de Google: <https://code.google.com/apis/console/>

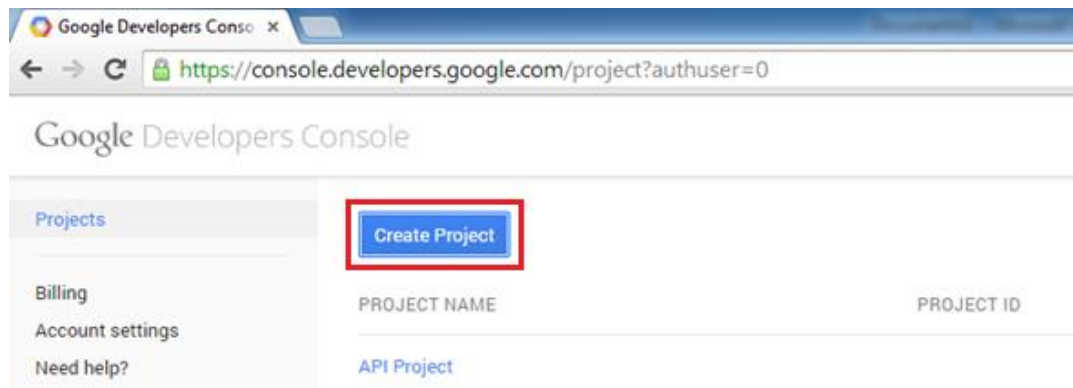


Gráfico 21 Crear nuevo proyecto consola de desarrolladores de Google

- Iniciada sesión se ha de crear un nuevo proyecto en el cual hay que definirle un nombre y un identificador para el mismo.

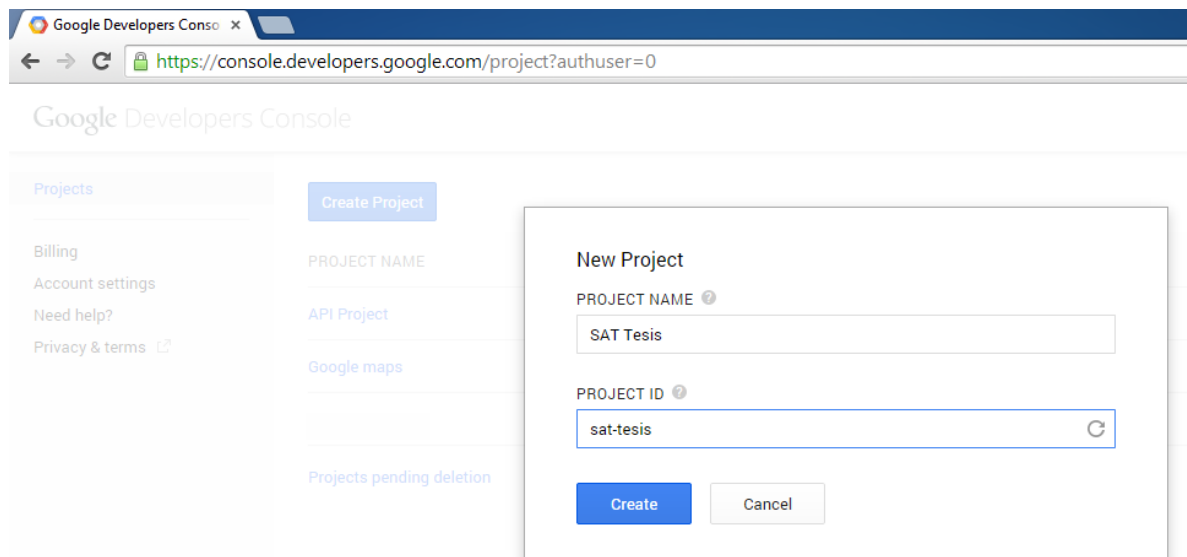


Gráfico 22 Ingreso de nombre e identificador del proyecto

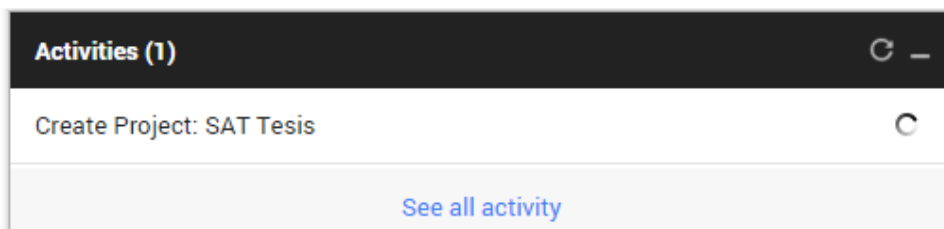


Gráfico 23 Creación del proyecto

- Una vez creado el proyecto se procede a la activación del servicio de Google Cloud Messaging y el acceso a la Api de Google maps para Android para que puedan ser utilizado por las aplicaciones que asociemos al proyecto en la opción APIs en el tablero de control del proyecto y luego en el listado de APIs se seleccionan las que van a ser utilizadas.

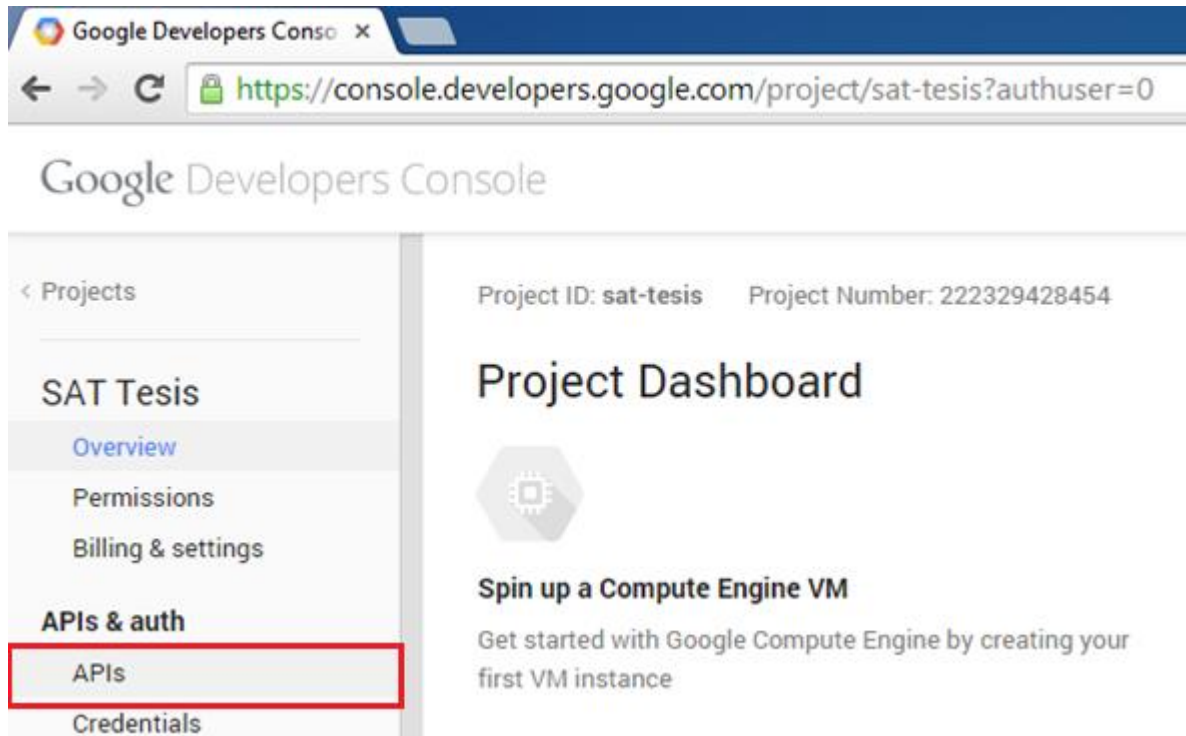


Gráfico 24 Tablero de control del proyecto



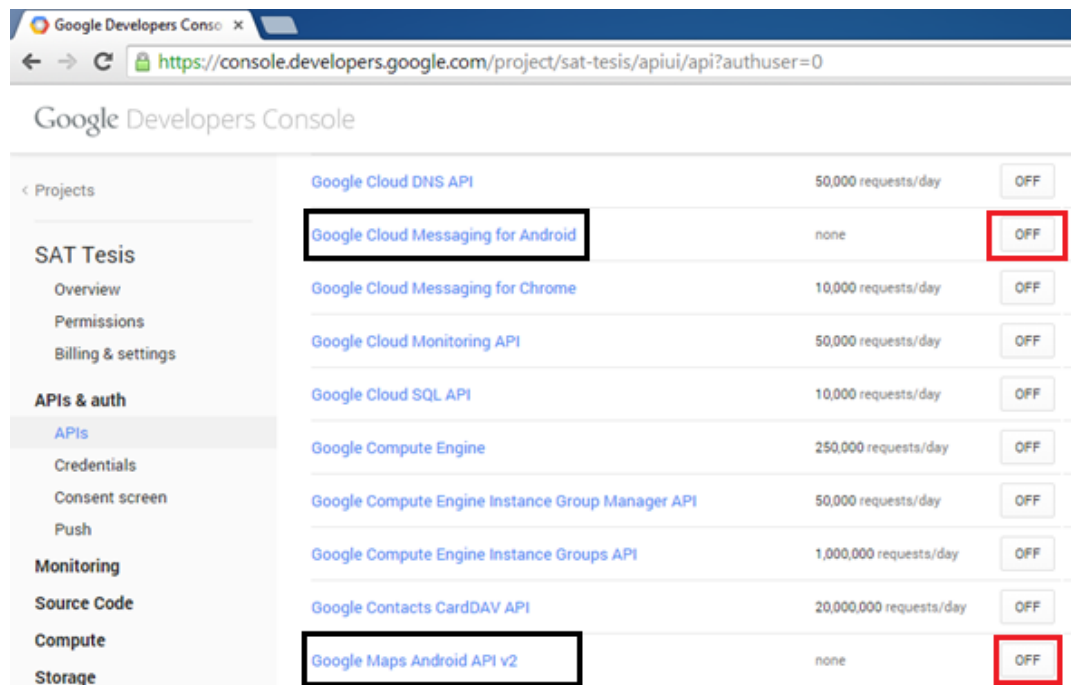


Gráfico 25 Activación del servicio de Google Cloud Messaging

- Luego para confirmar que se han activado correctamente, se verifica en el listado de Apis activadas.

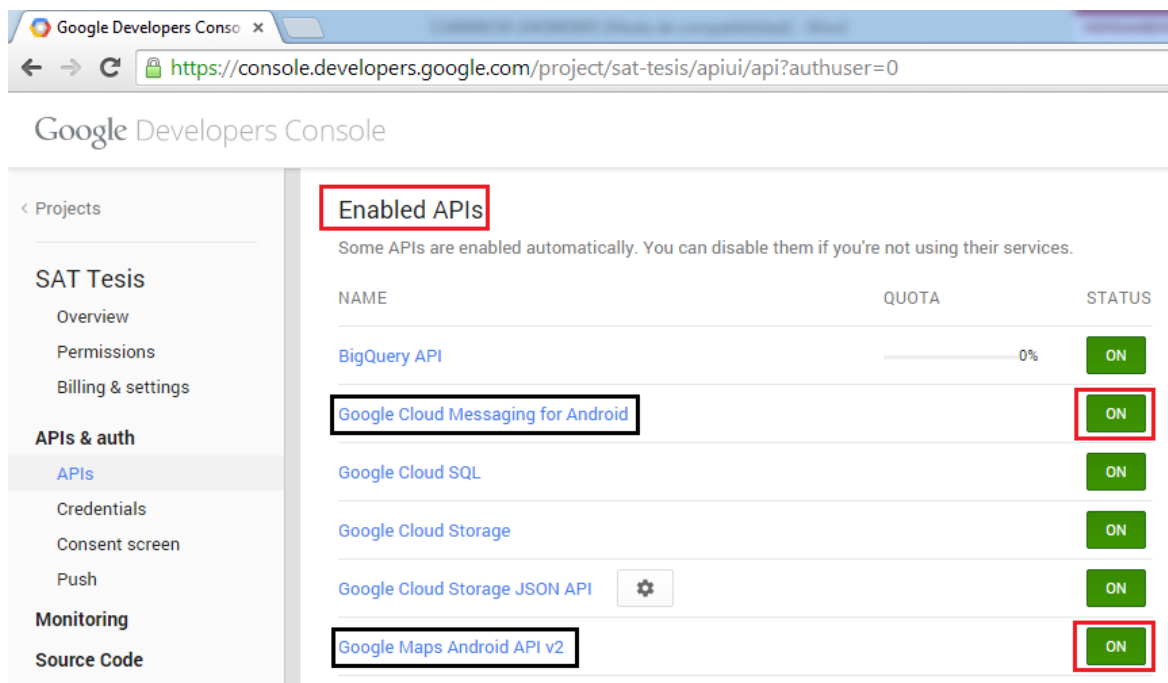


Gráfico 26 Apis activas para el proyecto en Google Console

- Hasta este punto ya se encuentra disponible para ser utilizado por las aplicaciones que se asocian al proyecto, el servicio de Google Cloud Messaging, para el acceso a la Api de Google Maps para Android, se ha de proceder a ingresar en la opción Credentials en el tablero de control del proyecto y luego presionar el botón “Create new key” en la opción Public Api Access.

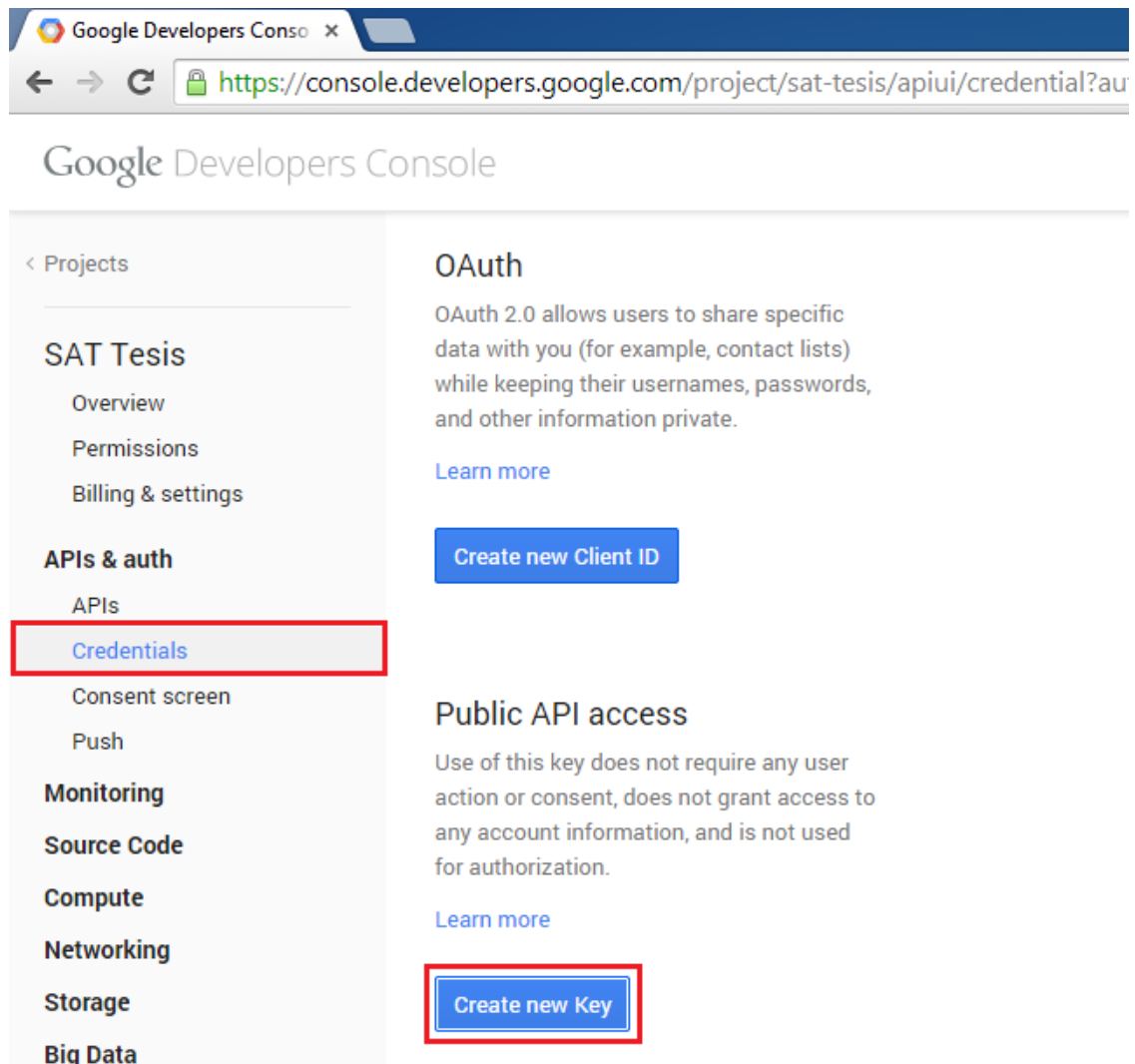


Gráfico 27 Acceso a creación de llave de acceso público para Google maps api

- Ingresando en la opción para crear una nueva llave de acceso público se selecciona la opción *Android key*.

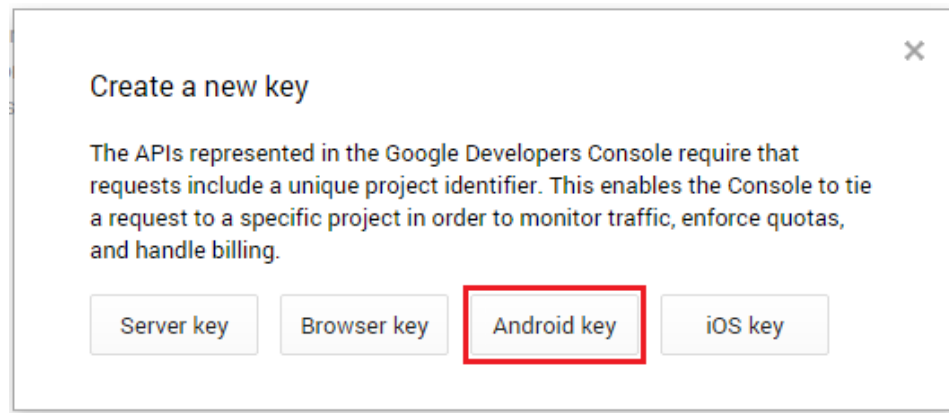


Gráfico 28 Selección de llave pública a generar

- Se despliega una ventana en donde se ha de escribir para la generación de la Android key un código sha1 con el cual se ha de firmar la aplicación para que esta pueda ser ejecutada en los dispositivos, este código puede ser encontrado en las preferencias de Android en el ide de desarrollo eclipse (La ruta de acceso es Menú Windows -> Preferences -> Android -> Build) seguido del nombre del paquete de la aplicación que nos encontramos desarrollando.

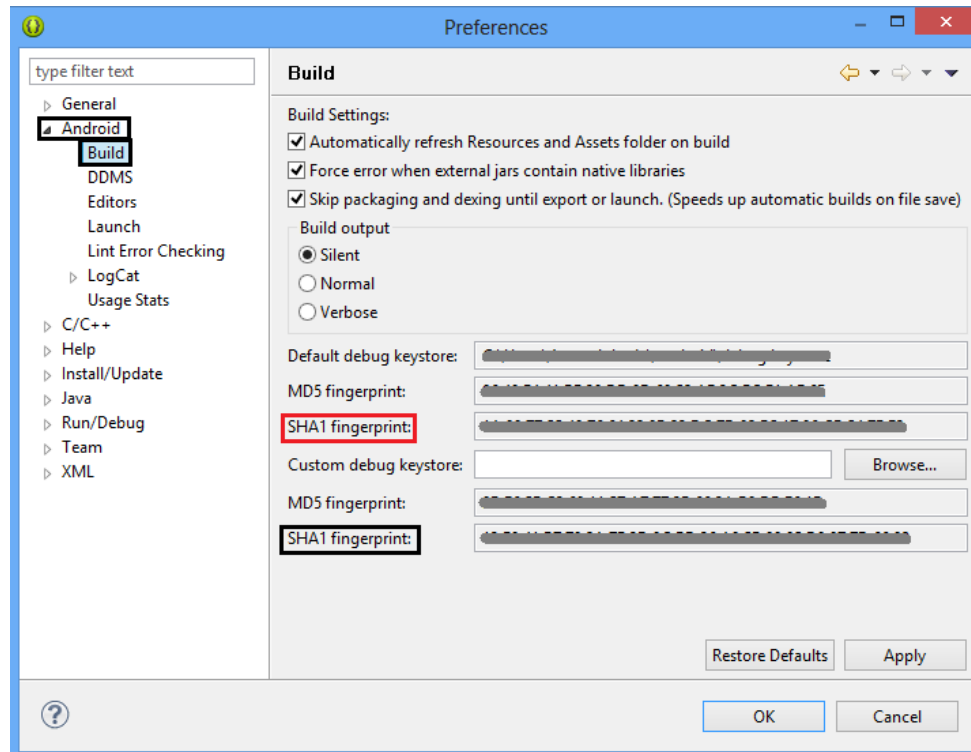


Gráfico 29 Obtención de código SHA1 en Eclipse

**Create an Android key and configure allowed Android applications**

**This key can be deployed in your Android application.**

API requests are sent directly to Google from your client Android device. Google verifies that each request originates from an Android application that matches one of the certificate SHA1 fingerprints and package names listed below. You can discover the SHA1 fingerprint of your developer certificate using the following command:

```
keytool -list -v -keystore mystore.keystore
```

[Learn more](#)

**ACCEPT REQUESTS FROM AN ANDROID APPLICATION WITH ONE OF THE CERTIFICATE FINGERPRINTS AND PACKAGE NAMES LISTED BELOW**

One SHA1 certificate fingerprint and package name (separated by a semicolon) per line. Example:  
45:B5:E4:6F:36:AD:0A:98:94:B4:02:66:2B:12:17:F2:56:26:A0:E0;com.example

Create

Cancel

Gráfico 30 Configuración para la creación de la Android key

**Key for Android applications**

API KEY	AlzaSyB6CGnEEj_n6WbQequ8XZviO9gDjSUY9p4
ANDROID APPLICATIONS	13:E8:41:B7:78:2A:7E:3D:0C:BD:36:A0:5B:08:05:D9:07:7D:66:02;com.tesis.sat
ACTIVATION DATE	Sep 10, 2014, 3:57:00 PM
ACTIVATED BY	

Gráfico 31 Clave de acceso a la api de Google maps para Android

- Se procede a adicionar la clave obtenida en el archivo AndroidManifest.xml del proyecto junto a unas líneas adicionales de permisos para que la aplicación pueda obtener acceso a la utilización de los servicios de la Api de Google maps para Android.

```

<meta-data
    android:name="com.google.android.maps.v2.API_KEY"
    android:value="AIzaSyB6CGnEEj_n6WbQequ8XZviO9gDjSUY9p4" />

```

Gráfico 32 Clave en archivo AndroidManifest.xml

```

<uses-permission android:name="android.permission.INTERNET" />
<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_NETWORK_STATE" />
<uses-permission android:name="android.permission.WRITE_EXTERNAL_STORAGE" />
<uses-permission android:name="com.google.android.providers.gsf.permission.READ_GSERVICES" />

<uses-feature
    android:glEsVersion="0x00020000"
    android:required="true" />

```

Gráfico 33 Permisos adicionales requeridos por Api de Google maps

- Como siguiente paso se ha de referenciar el proyecto de la librería de Google Play Services. Para esto nos dirigimos a las propiedades del proyecto en desarrollo y luego seleccionando en la sección Android -> Preferencias. En esta ventana que aparece se encuentra una sección para la adición de librerías, presionando el botón Add (Adicionar) y se busca el proyecto de la librería en el equipo para referenciarlo.

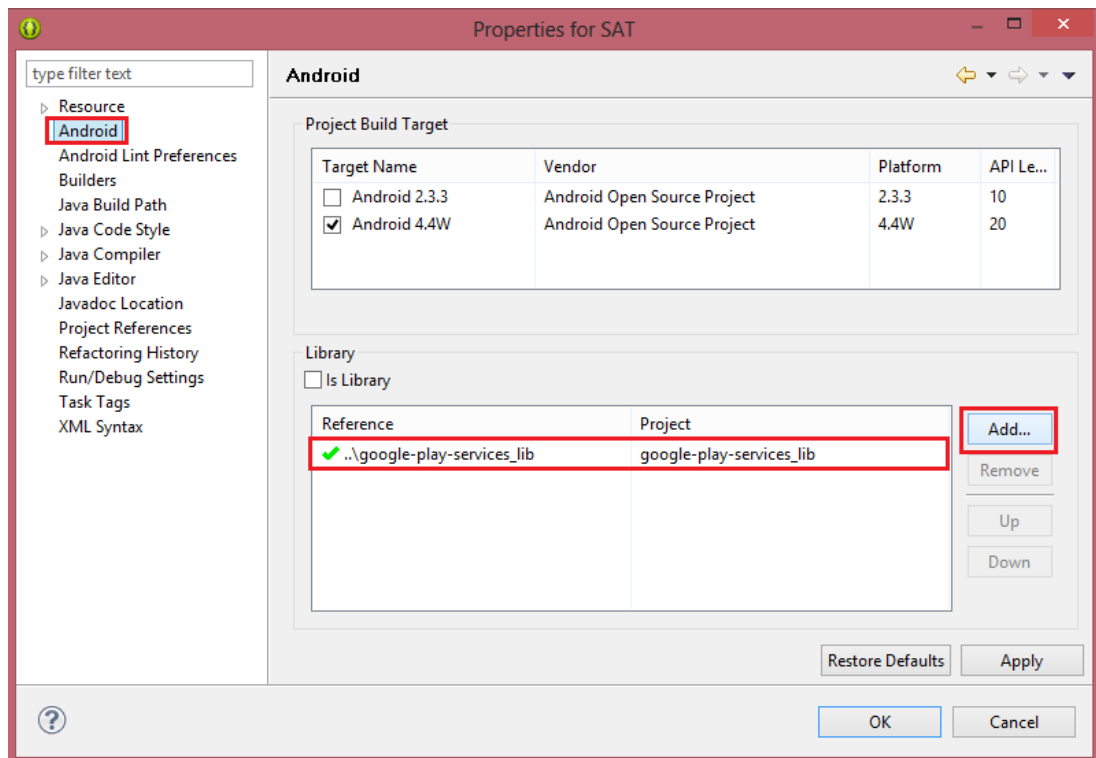


Gráfico 34 Adición Google Play Services al proyecto

- Para finalizar se ha de verificar que el proyecto de la aplicación contenga otra librería para la compatibilidad de la aplicación en versiones antiguas de Android, llamada `android-support-v4.jar`. Esta librería debe aparecer en la carpeta *Android Private Libraries* o en su defecto en la carpeta *libs*.

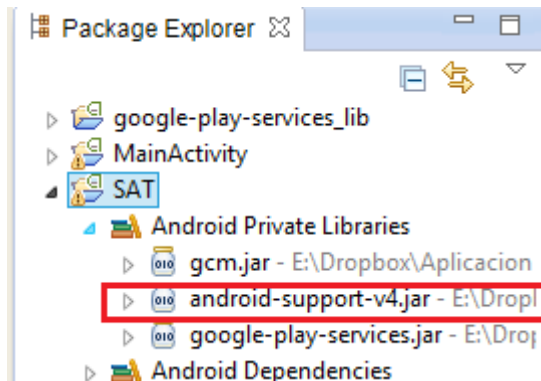


Gráfico 35 Librería de soporte versiones antiguas Android

## 6.2.3 Diseño y personalización de interfaces de usuario

### 6.2.3.1 ListView

Una vista Listview, es un componente de las herramientas visuales que posee Android, su función es la de visualizar una lista deslizable verticalmente de varios elementos, donde cada elemento puede definirse como un Layout. Su utilización es algo compleja, pero muy potente (Tomás Girones, Jesús, 2012). El uso del Listview personalizado utilizado en el proyecto, necesito de los siguientes cuatro pasos:

- Diseñar un Layout que contenga al ListView.
- Diseñar un Layout individual que se repetirá en la lista.
- Implementar una actividad que lo visualice el Layout con el ListView.
- Personalizar cada una de los Layouts individuales según nuestros datos.

El resultado de la implementación de este ListView, se puede observar en la pantalla de menú principal de la aplicación, desde donde se puede acceder a cada una de las funciones y pantallas que esta posee, dando un orden a cada una de las opciones además de hacerla más agradable a la vista y ofreciendo una mejor experiencia al usuario.

### **6.2.3.2 AlertDialog**

Un AlertDialog es una herramienta visual de Android a modo de ventana, que se sitúa sobre una actividad o pantalla que se encuentre en operación, estos permiten mostrar información adicional o simplemente el darle la capacidad al usuario de interactuar de una manera más fácil mediante botones u otros elementos (Tomás Girones, Jesús, 2011). El uso de esta herramienta en la aplicación, la podemos encontrar en la pantalla de Menú Principal y la pantalla Mapas.

En menú principal tiene dos funciones, una es preguntarle al usuario si está seguro de que desea salir de la aplicación, para así evitar que este abandone la aplicación por error, y la segunda función es la de informar que se está realizando una operación vía red (descarga de datos para actualizar la información que maneja la aplicación) además de informar si ya la operación termino y cuál fue el estado final de esta.

En la pantalla de mapa, tiene la función de mostrar información adicional como lo es las convenciones que maneja la aplicación en su herramientas y funciones, esta se despliega después de que sea presionando el botón de convenciones ubicado en la parte superior derecha de la pantalla.

### **6.2.3.3 Layouts**

Un Layout es un contenedor de una o más vistas y controla su comportamiento y posición. Los Layout son elementos no visibles que establecen cómo se distribuyen en la interfaz del usuario los componentes (widgets) que incluyamos en su interior. Los Layouts son elementos como paneles donde vamos incorporando, de forma diseñada, los componentes con los que interacciona el usuario, estos están presente en toda la aplicación, y nos permiten tener un mejor control de todos los elementos que la conforman, además de que su personalización permiten darle un aspecto más agradable a la vista.

## 7. PRUEBAS

### 7.1 INTRODUCCIÓN

Para efectuar la evaluación de pruebas, fue necesaria su realización en las diferentes versiones del sistema operativo Android, puesto que este, consta de diferentes actualizaciones de su sistema base, además de ser una plataforma Open Source, por lo cual, no solo presenta diferencias en sus versiones, sino también en su estructura como plataforma móvil en diferentes compañías.

### 7.2 VALIDACIONES

#### 7.2.1 Validaciones de la información en la Base de datos

Se realizan validaciones correspondientes a la información que se obtiene a partir de la conexión hacia el servicio web respecto a los arroyos, sensores y puntos de que esta se almacene de manera correcta en la Base de datos del dispositivo móvil y posteriormente se observe en el mapa de la aplicación.

#### 7.2.2 Validación de presentación en diferentes versiones Android

El sistema operativo móvil Android presenta actualmente diferentes versiones, como se puede observar en la siguiente tabla:

(Android developers, 2014)

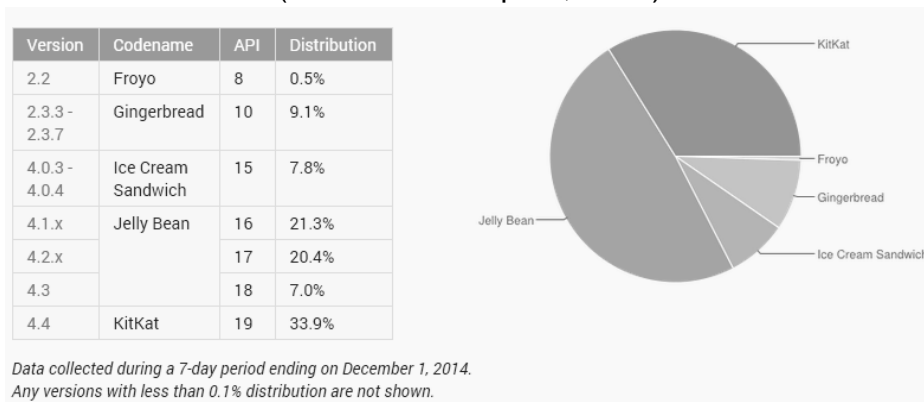


Gráfico 36 Distribución versiones de Android



De estas versiones del sistema operativo Android se toman las siguientes versiones para la validación de las pruebas de presentación y funcionamiento de la aplicación:

- Android 2.3 GingerBread 9.1%
- Android 4.1 JellyBean 21.3%
- Android 4.4 Kit Kat 33.9%

#### 7.2.2.1 Pruebas en Android 2.3



Gráfico 37 Android 2.3 - Menú de la aplicación



Gráfico 38 Android 2.3 - Pantalla de ver mapa



Gráfico 39 Android 2.3 - Pantalla de convenciones del mapa



Gráfico 40 Android 2.3 - Prueba de ruteo



Gráfico 41 Android 2.3 - Recepción de notificaciones



Gráfico 42 Android 2.3 - Versión Android del dispositivo

#### 7.2.2.2 Pruebas en Android 4.1



Gráfico 43 Android 4.1 - Menú de la aplicación



Gráfico 44 Android 4.1 - Pantalla de ver mapa



Gráfico 45 Android 4.1 - Pantalla de convenciones del mapa



Gráfico 46 Android 4.1 - Prueba de ruteo

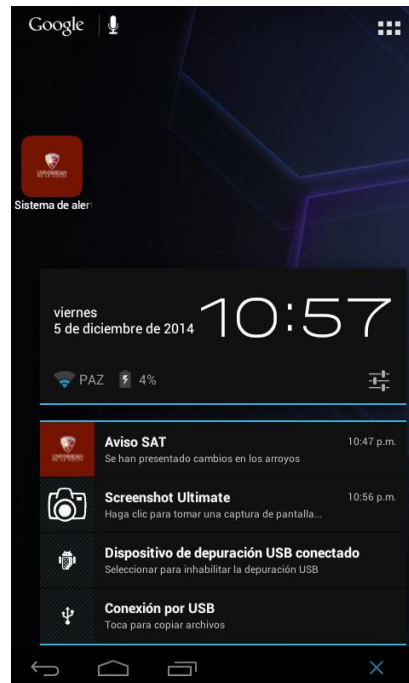


Gráfico 47 Android 4.1 - Recepción de notificaciones



Gráfico 48 Android 4.1 - Versión android del dispositivo

### 7.2.2.3 Pruebas en Android 4.4



Gráfico 49 Android 4.4 - Menú de la aplicación

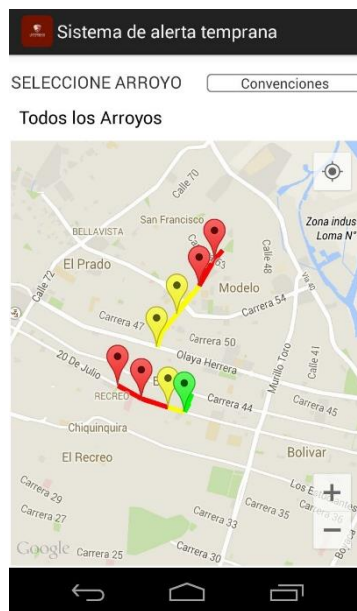


Gráfico 50 Android 4.4 - Pantalla de ver mapa



Gráfico 51 Android 4.4 - Pantalla de convenciones del mapa



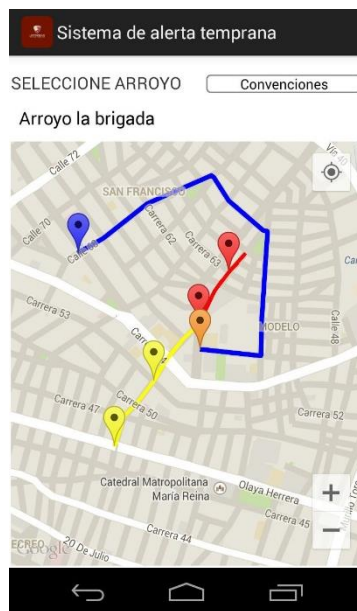


Gráfico 52 Android 4.4 - Prueba de ruteo



Gráfico 53 Android 4.4 - Versión android del dispositivo

### 7.3 PRUEBAS

Se presentan los siguientes casos de prueba para la aplicación:

Caso de prueba No 1						
Mostrar rutas de arroyos						
Id Caso de prueba	Descripción	Pre-requisito	Funcionamiento		Resultado / Observaciones	Estado
			Si	No		
CP-001	Función para permitirle al usuario la visualización de las rutas de los arroyos	El dispositivo del usuario debe poseer conexión internet para poder realizar la descarga de la información	X		El usuario puede observar correctamente los arroyos que se tienen almacenados en la base de datos del dispositivo móvil	Exitoso

Tabla 15 Caso de prueba No 1

Caso de prueba No 2						
Filtrar arroyos para observación individual						
Id Caso de prueba	Descripción	Pre-requisito	Funcionamiento		Resultado / Observaciones	Estado
			Si	No		
CP-002	Función que le permite al usuario seleccionar un arroyo en específico para mostrarlo en el mapa con enfoque en el mismo	La aplicación en el dispositivo móvil del usuario debe poseer información previamente descargada desde el servicio web	X		El usuario puede seleccionar de un listado de arroyos que se tienen almacenados en el dispositivo con un enfoque de zoom hacia este.	Exitoso

Tabla 16 Caso de prueba No 2

Caso de prueba No 3						
Mostrar en colores los niveles de peligrosidad del arroyo según información de los sensores						
Id Caso de prueba	Descripción	Pre-requisito	Funcionamiento		Resultado / Observaciones	Estado
			Si	No		
CP-003	Función que permite observar la ruta de los arroyos de acuerdo a los colores de un semáforo(rojo, amarillo y verde) las secciones de	La aplicación en el dispositivo móvil del usuario debe poseer información previamente descargada desde el servicio web	X		Se observa correctamente la distribución de colores de las secciones de los arroyos según el nivel de peligrosidad registrado para	Exitoso

	cobertura de los sensores en cada arroyo al cual estos se encuentren asociados				el arroyo en cada sensor	
--	--	--	--	--	--------------------------	--

Tabla 17 Caso de prueba No 3

Caso de prueba No 4						
Recibir notificaciones de cambios en la información de los niveles de los sensores						
Id Caso de prueba	Descripción	Pre-requisito	Funcionamiento		Resultado / Observaciones	Estado
			Si	No		
CP-003	Función de la aplicación por medio de la cual se recibe información actualizada de cambios en los niveles de peligrosidad de los sensores	El dispositivo del usuario debe estar conectado a una red móvil o wifi para la recepción de la notificación	X		Se observa correctamente la recepción de la notificación en el dispositivo del usuario en tiempo real cuando se tiene un cambio en el nivel de peligrosidad de un sensor asociado a un arroyo	Exitoso

Tabla 18 Caso de prueba No 4

## 7.4 CONCURRENCIA DE LA INFORMACIÓN

Se han realizado pruebas de funcionamiento de la aplicación en varios dispositivos móviles (Celulares y Tablets) con diferentes versiones del sistema operativo Android, para medir el correcto funcionamiento de la misma, para lo cual se obtuvo un resultado satisfactorio en todos los aspectos de presentación y funcionalidad.

## 8. CONCLUSIONES

El Sistema de Alertas Temprana (S.A.T.) es una aplicación para dispositivos móviles Android, cuya función principal es la de informar a sus usuarios en tiempo real el estado de los arroyos que se presentan durante las temporadas de lluvias, apoyándose en la información relevante proporcionada por sensores localizados en puntos estratégicos en la ciudad de Barranquilla que hasta este nivel de desarrollo del proyecto se encuentran definidos de manera teórica. A través de la aplicación, el usuario podrá visualizar el estado de todos los arroyos en la ciudad o de uno en particular, también podrá calcular la ruta más corta desde su origen hasta su destino evitando el arroyo, y por supuesto también podrá recibir una notificación cada vez que se produzca un cambio en los sensores en tiempo real.

En la actualidad, ofrecerle a la ciudad de Barranquilla una solución permanente para la problemática de los arroyos, es un tema que aún se debate, y en el que además, muchas de las mejores propuestas se hacen inviables por sus elevados costos a la hora de implementarlos, sin embargo, el avance notable de herramientas tecnológicas ha generado diversas oportunidades para incorporar su uso en la resolución de problemas triviales o bien definidos, así como problemas más complejos, que hasta hace poco eran totalmente irresolubles, es por ello que la solución que se plantea en este proyecto para la problemática de los arroyos en la ciudad, no solo se adecua más a los tiempos modernos, en el que el uso de dispositivos móviles inteligentes (smartphones o tablets) tienen gran acogida entre la población general, sino que también, gracias a la tecnología usada durante el desarrollo, estructuración y diseño de una herramienta funcional y al alcance de todos los ciudadanos, permitirá la implementación de nuevas fases y funcionalidades en un futuro, sin generar dificultades o cambios drásticos y costosos para los usuarios.

Tomando en cuenta la gran acogida que tiene la plataforma usada para el desarrollo e implementación de la aplicación, el cumplimiento de los objetivos y los requerimientos funcionales y no funcionales con los que esta cuenta, y de además el haber pasado las pruebas de compatibilidad, es justo decir que esta representa todo un éxito en garantizar su función principal como lo es el brindar información y mantener alertado a sus usuarios.

## BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez Llanos, Jaime. (2000). Expansión urbana y servicios públicos. *Prensa, desarrollo urbano y político de Barranquilla 1880-1920*, 38.
- Android developers. (1 de Diciembre de 2014). *Android developers*. Obtenido de Android developers:  
<http://developer.android.com/about/dashboards/index.html>
- Android developers. (1 de Enero de 2015). *Android developers*. Obtenido de Android developers: <https://developer.android.com/google/gcm/index.html>
- Androideity. (10 de Mayo de 2012). *Androideity*. Obtenido de Androideity:  
<http://androideity.com/2012/05/10/la-importancia-del-mvc-en-android/>
- Caracol radio. (5 de Junio de 2014). *Caracol radio*. Obtenido de Caracol radio:  
<http://www.caracol.com.co/noticias/tecnologia/lanzan-nueva-aplicacion-siata-para-alertas-tempranas-en-medellin/20140605/nota/2259134.aspx>
- Casa Herbard. (1975). *Estudio de renovación*.
- Central Connecticut State University. (2014). *Central Connecticut State University*. Obtenido de Central Connecticut State University:  
<http://www.cs.ccsu.edu/~stan/classes/CS355/notes/03-AndroidUI.html>
- Cromo - El observador de Uruguay. (Mayo de 2012). *Cromo - El observador de Uruguay*. Obtenido de Cromo - El observador de Uruguay:  
<http://www.cromo.com.uy/2012/05/cuando-el-celular-vibra-antes-del-temblor/?print=1>
- Diario del Caribe. (28 de Septiembre de 1962). pág. 3.
- Fonade Hidroestudios S.A. (s.f.). *Estudio de factibilidad y diseño de drenaje pluvial de la ciudad de Barranquilla*.
- Gobierno de Chile. (s.f.). *Gobierno de Chile*. Obtenido de Gobierno de Chile:  
<http://www.sae.gob.cl/>
- González Chamorro, Ever. (2000). Barranquilla 1920-1930, Expansión urbana. *Historia de Barranquilla*, 209.

Google developers. (31 de Enero de 2013). *Google developers*. Obtenido de Google developers:  
<https://developers.google.com/maps/documentation/directions/?hl=es>

Google developers. (2014). *Google developers*. Obtenido de Google developers:  
<https://developers.google.com/maps/documentation/android/?hl=es>

Isenacode. (8 de Enero de 2014). *Isenacode*. Obtenido de Isenacode:  
<http://www.isenacode.net/2014/01/rain-alarm-alertas-de-lluvia-en-tiempo.html>

Kreibich, Jay A. (2010). *Using Sqlite*. O'Reilly Media.

Malabet Castañeda, Domingo. (s.f.). Fundación de Barranquilla. En D. Malabet Castañeda, *Fundación de Barranquilla* (pág. 8).

Malabet Castañeda, Domingo. (s.f.). Fundación de Barranquilla. En D. Malabet Castañeda, *Fundación de Barranquilla* (pág. 52).

Malabet Castañeda, Domingo. (s.f.). Fundación de Barranquilla. En D. Malabet Castañeda, *Fundación de Barranquilla* (pág. 5).

Pressman, Roger S. (2005). Ingeniería del software, un enfoque práctico . En R. S. Pressman, *Ingeniería del software, un enfoque práctico* (pág. 277). McGraw Hill.

Revista Barranquilla Positiva. (1994). *Revista Barranquilla Positiva*, 36-37.

Robledo Fernández, David. (2014). *Desarrollo de aplicaciones para Android II*. Ministerio de educación de España.

Salcedo Castañeda, Lola. (s.f.). *Cuadernos Regionales No 4*, 23.

Salcedo Castañeda, Lola. (s.f.). *Cuadernos Regionales No 4*, 15.

Sommerville, Ian. (2005). Ingeniería de Software. En I. Sommerville, *Ingeniería de Software* (pág. 62). Pearson Educación S.A.

Tamara Toro. (25 de Marzo de 2011). *América economía*. Obtenido de América economía: <http://tecno.americaeconomia.com/noticias/el-complejo-sistema-de-alerta-temprana-de-terremotos-y-tsunamis-de-japon>

The Internet Engineering Task Force. (Julio de 2006). *The Internet Engineering Task Force*. Obtenido de The Internet Engineering Task Force:  
<http://www.ietf.org/rfc/rfc4627.txt>

Tomás Girones, Jesús. (2011). El gran libro de android. En J. Tomás Girones, *El gran libro de android* (pág. 110). Alfaomega.

Tomás Girones, Jesús. (2012). El gran libro de android. En J. Tomás Girones, *El gran libro de android* (págs. 113-114). Alfaomega.